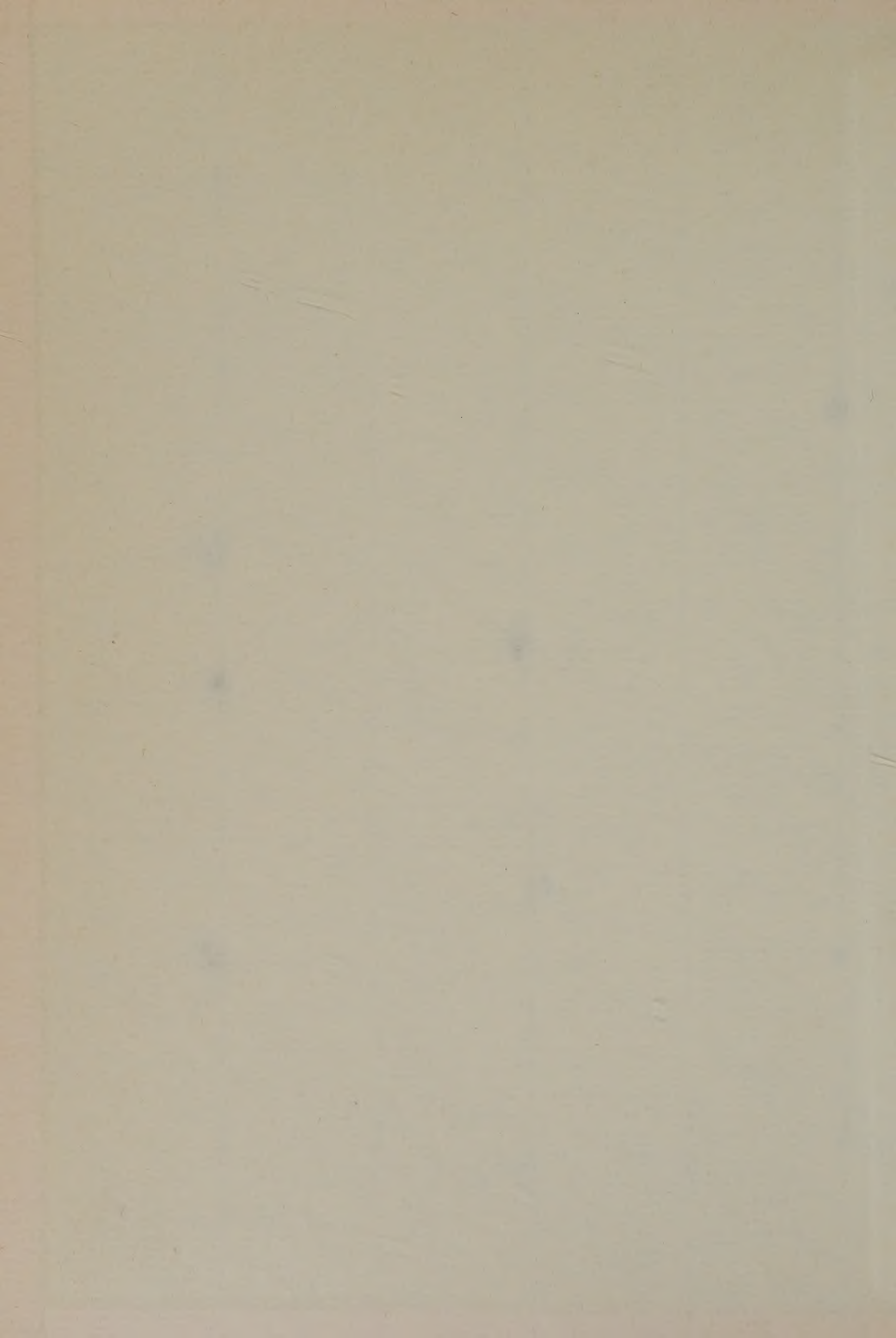
Wälder Europas

Hannes Mayer



Gustav Fischer Verlag · Stuttgart · New York







Hannes Mayer

Wälder Europas



Wälder Europas

Von

Hannes Mayer

278 Abbildungen und 6 Tabellen



Gustav Fischer Verlag · Stuttgart · New York · 1984

Anschrift des Verfassers:
Prof. Dr. Hannes Mayer, Waldbau-Institut
Universität für Bodenkultur, Peter-Jordan-Str. 82, A-1190 Wien

CIP-Kurztitelaufnahme der Deutschen Bibliothek

Mayer, Hannes:
Wälder Europas
von Hannes Mayer.
– Stuttgart ; New York : Fischer, 1984.
ISBN 3-437-30441-0

Wollgrasweg 49 · 7000 Stuttgart 70 (Hohenheim)

Satz u. Druck: Carl Maurersche Buch- und Offsetdruckerei, Geislingen
Einband: Friedrich Pustet, Graphischer Großbetrieb, Regensburg
Printed in Germany

ISBN 3-437-30441-0

RUTH

zugeeignet
für jahrzehntelange Mitarbeit



Vorwort

Rubner-Reinhold (53) veröffentlichten einen ersten Überblick über das natürliche Waldbild Europas. Seither wurde die waldvegetationskundliche Inventur entscheidend intensiviert. Prof. Dr. K. Rubner war sich der Problematik des ersten Versuches bewußt und regte eine Neubearbeitung an. Systematisch wurden unter Mitarbeit meiner Frau Ruth und teilweise meines Sohnes Johannes von 1953–1976 zum Teil mehrfach in allen Ländern Europas, einschließlich Nordwestafrika und Türkei, vom Hohen Atlas bis zum Nordkap, vom Kaukasus und der Wolga bis nach Irland und Portugal alle wichtigen Waldgebiete, Nationalparks und Naturwaldreservate besucht, typische Waldgesellschaften studiert und Grundlagenmaterial im Gelände erhoben. In den Jahren 1977–1982 konnten dank einer großzügigen Unterstützung durch den Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung in Wien (Inventur der natürlichen Wälder Europas als Grundlage für einen europäischen Waldbau) erneut in ganz Europa alle wichtigen Waldgebiete und Waldgesellschaften aufgesucht, offene Fragen geklärt und der Überblick erweitert werden. Diese zweimalige europäische Waldinventur (mehr als 300 000 km Fahrtstrecke) konnte nur dank eines entsprechend ausgestatteten VW-Forschungs-Busses rationell durchgeführt werden.

Jeder gestraffte und zwangsläufig gekürzte Überblick über das waldkundlich so vielgestaltige Europa, bei dem auf instruktive Details verzichtet werden muß, bleibt ein Torso, wie auch dieser Versuch belegt. Der nunmehr gewonnene Überblick läßt Fehlendes und Ungesichertes erkennen, was eine ergänzende dritte Waldinventur wünschenswert macht. Kritische Anregungen werden gerne entgegengenommen. Die jahrzehntelangen Erhebungen wurden aktiviert durch die Leitung der IUFRO-Gruppe (Internationaler Verband Forstlicher Versuchsanstalten) Ökosysteme und die Übernahme der IUFRO-Arbeitsgruppe Urwald nach Professor Dr. H. Leibundgut. Durch lokale Führung, wichtige Hinweise, wertvolle Mitarbeit, Literaturhilfe oder aufschlußreiche Diskussionen haben wesentlich zum Gelingen der Arbeit beigetragen:
H. Aksoy, Istanbul – E. Bauer, Irrel – E. Bernadzki, Warschau – H.-J. Böhr, Wiesbaden – O. Børset, Oslo – E. Brünig, Hamburg – Sp. Dafis, Thessaloniki – N. Doniţă, Bucuresti – J. Fabijanowski, Krakau – J. Fink, Wien – A. Hofmann, Torino – E. Hübl, Wien – S. Huse, Ås/Oslo – F. Klötzli, Zürich – H. Köpf, Göttingen – St. Korpel, Zvolen – H. Lamprecht, Göttingen – E. Landolt, Zürich – H. Leibundgut, Zürich – D. Malcolm, Edinburgh – J.-F. Matter, Zürich – A. Matuszkiewicz, Warschau – W. Matuszkiewicz, Warschau – D. Mlinšek, Ljubljana – R. Morandini, Firenze – J. Moravec, Prühonice – St. Myczkowski, Krakau – E. Oberdorfer, Freiburg – E. Pruša, Praha – St. Purcelean, Bucuresti – P. Quézel, Marseille – D. Randuška, Zvolen – A. Scamoni, Eberswalde – P. Seibert, München – P. Smiris, Thessaloniki – R. Stern, Innsbruck, W. Trautmann, Godesberg – M. Vyskot, Brno – K. Zukrigl, Wien

Ohne die tatkräftige Mithilfe der Angehörigen des Waldbau-Institutes wäre eine zügige Herstellung des Manuskriptes undenkbar gewesen. Die Assistenten Dipl.-Ing. Kammerlander, Reimoser, Schrempf und Pitterle entlasteten mich von den Verwaltungsagenden. Umfangreiche Zeichenarbeiten, allein 512 Bestandesaufrisse, führten mit unermüdlicher Geduld M. Trost, R. Pitterle, K. Pirker und W. Egelhofer aus. Zwecks unmittelbarer Vergleichbarkeit wurden transparente Strukturdarstellungen gewählt, nach Aufnahmen im Gelände gezeichnet, da Photos nur in Ausnahmefällen alle wesentlichen Details wiedergeben. Der vielfachen Erstellung der Einzelmanuskripte unterzogen sich mit dankenswerter Mühe: D. Schörk, E. Fuker, E. Motsch, E. Kurzbauer. Bei mehrmaliger Lesung der Korrekturen halfen dankenswerterweise Martha Trost, Dagney Schörk, ebenso bei Erstellung des Registers.

Ohne das arbeitsfördernde Milieu, das meine Frau schuf, und ohne das verständnisvolle Gewähren bei den Waldfahrten durch Europa, wo lockendste Ziele links liegen bleiben mußten, wäre das Buch nie entstanden.

Für die großzügige Ausstattung, die rasche Drucklegung und die zuvorkommende Betreuung schuldet der Verfasser dem Verlag auch dieses Mal wieder aufrichtigen Dank.

Wien, im Juli 1984 — Hannes Mayer

Inhalt

Westeuropäische Laubwaldregion 191

Waldbaulicher Ausblick 607

Literaturverzeichnis 616

Register 670

Einleitung

Rubner-Reinhold (53) haben in den europäischen Waldregionen Waldgebiete ausgeschieden und deren Gesellschaften knapp charakterisiert, ohne näher auf Standort, Entwicklungsdynamik und waldbauliche Bedeutung eingehen zu können. Die Zusammensetzung der regionalen Waldvegetation mit den wichtigsten Waldgesellschaften und Baumarten tritt gut zutage. Wünschenswert wäre bei einem europäischen Überblick eine geographische Charakterisierung der einzelnen Gesellschaften im gesamten Areal, wie dies beim Schwarzerlenbruchwald (Alnetum glutinosae) möglich ist. Zusammenhänge zwischen Waldvegetation und Standort werden vertieft, wenn eine gut charakterisierte Gesellschaft mit ihren geographischen Rassen auf analogen Standorten über das gesamte Areal verfolgt werden kann (Mayer, H., Waldgesellschaften Europas. In Mayer-Klötzli: Die Vegetation Europas ohne Osteuropa. Band VIII. Vegetationsmonographien der einzelnen Großräume. Herausgeber Walter-Breckle. Verlag Gustav Fischer, Stuttgart, New York, Manuskript 1984). Durch eine gesellschaftsindividuelle, arealgeographisch aufschlußreiche Darstellung geht aber der Überblick über die lokale und regionale Waldvegetation mit ihrem spezifischen Waldgesellschaftskomplex verloren, der für die angewandte Vegetationskunde entscheidend ist. Da nur beide Betrachtungsweisen eine optimale Beurteilung erlauben, wurde eine Kombination versucht durch Beschreibung aller typischen und landschaftsbestimmenden Waldgesellschaften in großräumigen Waldgebieten und Darstellung des Gesellschaftskomplexes in bestimmten Höhenstufen in Abhängigkeit vom Wasser- und Nährstoffhaushalt (Ökogramm). Überschneidungen und Wiederholungen lassen sich bei keiner Variante vermeiden. Vollzähligkeit und endgültige systematische Gliederung der Gesellschaften sind einer wünschenswerten Bearbeitung durch Spezialisten im Teamwork vorbehalten.

Begriffe: (Brünig-Mayer 80)

Potentielle Waldvegetation (Tüxen 56). Endzustand der natürlichen Vegetationsentwicklung bei den gegenwärtigen standörtlichen und floristischen Verhältnissen.

Klimazonale Waldgesellschaft: Schlußgesellschaft auf reifen Böden durchschnittlicher Standorte ohne edaphische oder lokalklimatische Extreme auf Kalk-, intermediären und Silikat-Gesteinen.

Azonale Dauergesellschaft: Auf extremeren Standorten (Blockschutthalden, Schluchten, Dolomithänge, Auwaldstandorte, vergleyte Bachtäler, Windkanten, Frostlochmulden), also bei edaphisch oder klimatisch extremen Bedingungen wird der Endzustand der Vegetationsentwicklung nicht erreicht.

Intrazonale Vegetationseinheit: Endemisch nur in einer Vegetationsstufe, z.B. Picea omorika-Wald.

Extrazonale Gesellschaft: Auf lokalklimatisch wärmeren (sonnseitigen) oder kühleren (schattseitigen) Standorten auftretende Gesellschaften, die im benachbarten Vegetationsbereich zonal sind.

Waldgebiet: Bei der horizontalen Waldgliederung können regionale Waldgebiete ausgeschieden werden, wenn bei Vorherrschen einer klimazonalen Leitgesellschaft weitgehende Ähnlichkeit hinsichtlich regionalem Waldgesellschaftskomplex, Klimacharakter, waldgeschichtlicher Entwicklung, waldbaulicher und forstgenetischer Ausgangssituation besteht, wodurch eine Übertragbarkeit waldbaulicher Folgerungen möglich ist.

Höhenstufen: Die Höhenstufen müssen hinsichtlich der typischen Gesellschaft jeweils regional charakterisiert werden.

Nival: Oberhalb der klimatischen Schneegrenze.

Alpin: Oberhalb der klimatischen Waldgrenze und der geschlossenen Zwergstrauchschicht.

Subalpin: Kampfgürtel des Waldes mit vielfach aufgelockerten Beständen oder Krummholzgebüsch; Hoch- und Tief-subalpin.

Montan: Bergwaldstufe, meist mit dichten, wüchsigen Mischwäldern und reich an Moosen und Epiphyten, häufig im Wolkenbereich, Unterteilung in Hoch-, Mittel- und Tiefmontan.

Kollin: Hügeliges Tiefland mit niederschlagsärmerem Klima.

Planar: Ebene Tieflagen mit warm-trockenem Klimaeinschlag.

Submediterran und mediterran: Siehe Südeuropa.

Benennung der Arten: Weitgehend nach der Flora von Europa (TUTIN et al. 64) und EHRENDORFER (73). Die Umbenennung von Arten nach der Priorität der Erstbeschreibung mag zwar wissenschaftlich gerechtfertigt sein, erschwert aber ungemein die Anwendung der Vegetationskunde in der Praxis, so daß «nomina conservanda» unerläßlich sind; z.B. Asperula odorata und Elymus europaeus. Nach lokaler Zweckmäßigkeit wurden diese benutzt. Charakterarten bei der Gesellschaftsbezeichnung wurden bei der Beschreibung nicht wiederholt.

Abkürzungen:

B.: Baumschicht	CA.: Charakter- oder Kennarten
K.: Krautschicht	DA.: Differential- oder Trennarten
St.: Strauchschicht	N.: Jahresniederschlag
M.: Moosschicht	Jahreszahlen: 50 = 1950

Waldvegetationskundliche Grundlagen

1. Bodentypen Europas (Dudal – Tavernier – Osmond 66)

Berglandböden (12%; nach der Bodentypenkarte Europas). Es dominieren Gesteinsböden (Lithosole), überwiegend Ranker und podsolierte Ausbildungen, auch Rendzina-Böden.

Böden der Mittelgebirge und Hochplateaus (20%). Braunerden und Rendzinen sind am häufigsten (5%), auch noch bodensaure Böden und Ranker (4%) sowie rote mediterrane Böden (3%), ferner graubraune, podsolige Böden, mediterrane Braunerden und rötliche Braunerden.

Böden der Tiefplateaus, Hügel und Ebenen (68%). Am häufigsten podsolierte Böden (17%), graubraune Podsolböden (8%), alluviale Böden (6%) und organische Böden (5%). Mittlere Häufigkeit erreichen bodensaure Braunerden, braune Waldböden, Pseudogleyböden, kastanienfarbige Böden, rötliche Braunerden, Rendzinen und Regosole (steinlose Dünensandböden). Sekundär verbreitet sind mediterrane Roterden, Tschernoseme, Sieroseme.

Trotz der geologisch auf kleinstem Raum wechselnden Verhältnisse zeichnen sich großräumige Zusammenhänge ab. Tundrenböden nur nördlich der polaren Waldgrenze. Podsol- und Naßböden dominieren im hohen Norden und Nordosten. Podsolige und Podsolböden reichen von Norden auf armen sandigen Böden bis ins atlantische Westfrankreich. In Mitteleuropa haben Braunerden die Hauptverbreitung; ferner Rendzinen. Mediterrane Trockenböden (terra rossa) sind an das sommerheiße, südliche Klima gebunden. Die Bodentypen sind in ihrer Verbreitung sehr eng klimatisch und vegetationskundlich gebunden (Tab. 1).

2. Klima

a) Klimazonen von Europa

(Abb. 1, Walter – Harnickell – Mueller – Dombois 75).

Das **europäische Klima** ist sehr unterschiedlich. Während in Osteuropa die Klimazonierung fast parallel zu den Breitengraden bzw. von WSW nach ENE überwiegt, verlaufen die Klimazonen in Westeuropa unter dem Einfluß des Golfstroms fast nordsüdlich. Mitteleuropa nimmt eine Zwischenstellung ein. Die größere östliche Hälfte ist von der kleineren westlichen durch eine Übergangszone (25.–27. Längengrad) getrennt, in der die Winterkälte rasch zunimmt, so daß östlich davon Flüsse stets zufrieren und regelmäßig Eisgang mit Frühjahrshochwasser auftritt.

Nordeuropa: Im nördlichen Schweden und Finnland ist das Tundrenklima kaum ausgebildet; nur Gebirgstundra. Sobald sich die Ozeanität abschwächt, bildet die Fichte die polare Grenze. Das boreale Klima (VIII) nimmt den größten Teil des Gebietes bis etwa Stockholm und fast bis zum Finnischen Meerbusen ein. Dieses Fichtenwaldgebiet entspricht der westlichen Taiga. Südlicher tritt die Eiche hinzu; Übergangszone VIII–VI. Nur der südlichste Teil von Schweden gehört zum Typ VI mit grenznahen Buchenwäldern. Auffallend ist das trockene Gotland mit vielen Steppenrelikten.

Osteuropa: Die Klimazonen entsprechen jenen in Westsibirien, nur ist das Klima weniger kontinental: Schmal ausgebildete arktische Tundrazone (IX); boreale oder kalt-gemäßigte Zone (VIII), deren Südgrenze etwa vom Finnischen Meerbusen über die untere Kama zum Ural verläuft; Übergangszone mit Mischwäldern (VIII–VI) und an deren Südrand eine schmale, schwer abgrenzbare Klimazone, in der reine Laubwälder überwiegen (VI). Südlich davon schließen

Tabelle: 1 Bodentypen und Klimabedingungen in Europa (DUDAL-TAVERNIER-OSMOND 66).

Bodentyp (Land)	Temperatur (°C) Jahr	Januar	Juli	Jahresniederschlag mm
Subalpiner Lithosol (S)	0–4	–10/–14	11–12	1000–1600
Typischer Podsolb.				
Nord-Finnland	–1/–5	–11/–14	12–15	400– 600
Süd-Finnland	+1–3	– 2/–11	15–16	500– 650
Graubrauner Podsolb.				
Süd-Finnland	2–5	– 2/– 8	15–16	500– 700
Benelux	8–10	+ 1/+ 3	16–18	750–1000
Griechenland	11,4	(–3,3)	(18,7)	890
Rotgelber Podsol (TR)	14,1	+6,6	22,6	1330
Rendzina				
Frankreich	11	+4,5	20	600– 750
Griechenland	10,7	(–1,7)	(30)	1283
Typische Braunerde (B/F)	6,5–8	–0,5/+0,5	14–16	900–1000
Kastanienfarbiger B. (TR)	5,8	–8,9	19,1	512
Tschernosem (YU)	8	0/–2	22	500– 600
Rötliche Braunerde				
Türkei	11–12	0 /–3	19–24	351– 528
Spanien	12–18	+4/+12	22–26	200– 400
Mediterrane Braunerde (GR)	18–19	(+3–+7	(32–35)	700– 900
Mediterrane Roterde				
Griechenland	16,9	(+4,0)	(31,7)	515
Türkei	18,6	+9,8	28,3	1056

(Werte in Klammern): Mittlere Minimumtemperatur des kältesten und mittlere Maximumtemperatur des wärmsten Monats.

Trockenzonen an: Semiaride Steppe und aride Halbwüste. Zur Abgrenzung der Zonen IX und VIII dient die Vegetationszeitlänge mit einem Tagesmittel über 10°C. Sie dauert an der Nordgrenze der Zone VIII 30 Tage, an der Südgrenze zu den Mischwäldern 120 Tage. Die gegen Osten auskeilende dreieckige Übergangszone der Nadel-Laub-Mischwälder (Finnischer Meerbusen – Karpatenvorland – Untere Kama) berührt im Osten fast gleichzeitig die boreale und die Steppen-Zone. Das aride Klima kennzeichnet eine längere oder kürzere Trocken- oder Dürrezeit. Standorte mit einer Trockenzeit und nur angedeuteter Dürrezeit gehören zur semiariden Steppe (VII), bei längerer, ausgesprochener Dürrezeit dagegen zur ariden Halbwüste (VIIa), z.B. untere Wolga.

Mitteleuropa: Nach Osten bis über die Weichsel hinaus und entlang der Ostseeküste prägt Mitteleuropa der Klimatyp VI. Beim Klimagefälle von Westen nach Osten werden die Winter kälter. Auffallend sind schwach ausgeprägte Trockengebiete bei Mainz und Magdeburg mit xerothermen Relikten, ein Klima ähnlich der Waldsteppe. Am Oberrhein wird der Übergang zum submediterranen Klima mit einer schwach sommerlichen Dürrezeit angedeutet (VI–IV). In Mitteleuropa erfolgt eine deutliche Reduktion der Sommertemperaturen durch den europäischen Sommermonsun, die im Südosten und Süden fehlt.

Westeuropa: In Norwegen gehört der hohe Norden zum Typ IX (extrem ozeanisch) mit milden Wintern. Bis Bergen ist Typ III (ozeanisch) vertreten mit einer Vegatation aus Birken- und Kiefernwäldern, während Südnorwegen schon VI (ozeanisch) entspricht. Auf Island überwiegt Typ IX (ozeanisch), nur kleinflächig (Birkenwald) dauert die Vegetationszeit länger als 30 Tage (VIII). Im Norden Islands herrscht ein trockenes Klima, insbesondere am Ende der langen Fjorde; vielfach sogar Dürreperioden. Irland und die Britischen Inseln gehören zur ozeanischen Variante des Klimatypus VI (Laubwaldgebiet mit Eichen und Eschen), wobei in Schottland und im regenreichen englischen Hochland (Lake District 6350 mm N) anthropogen Heiden und Moore überwiegen. In SO-England macht sich eine Trockenzeit bemerkbar, die sich ausgeprägter in der Süd-Bretagne als leichte Dürrezeit auswirkt; Übergang zum submediterranen Klima.

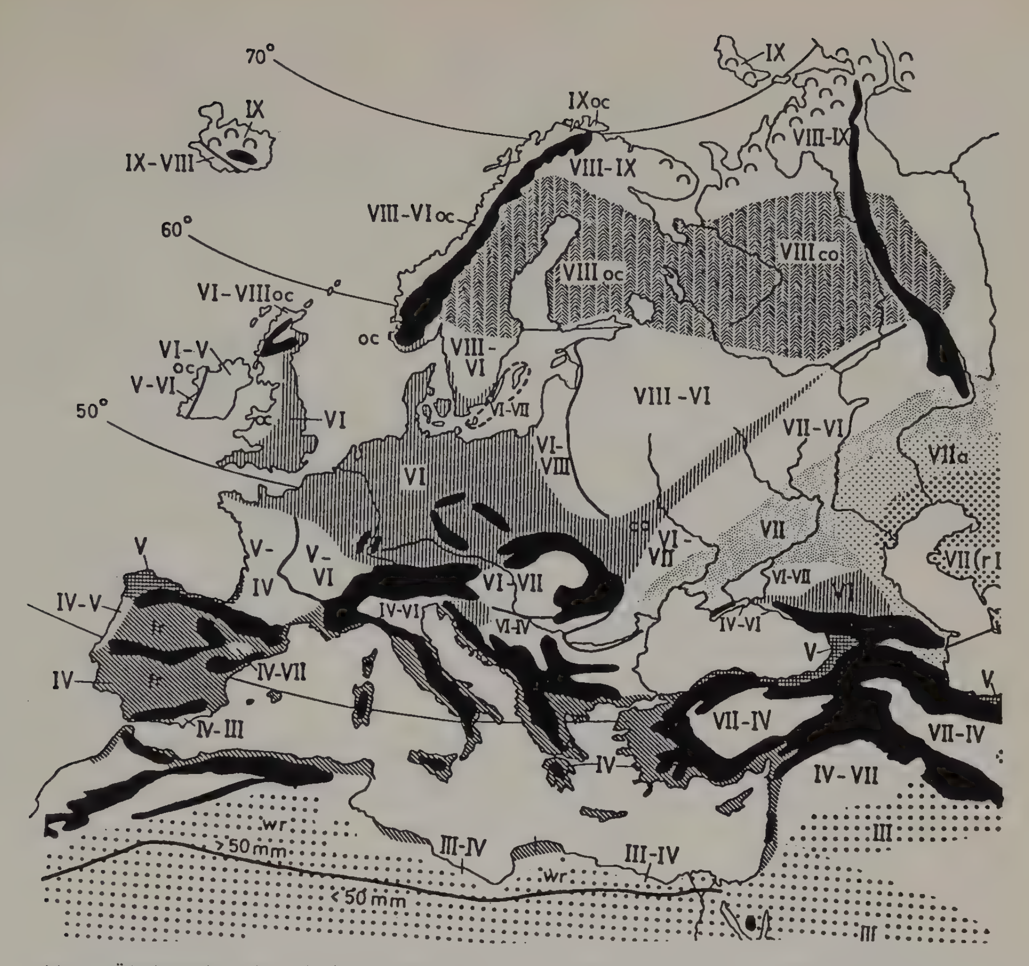


Abb. 1: Ökologische Klimagliederung von Europa (Walter-Harnickell-Müller-Dombois 1975). III subtropische Trockenzonen (Wüsten), IV Übergangszone mit Winterregen und Sommerdürre, V warmtemperiertes Klima (fehlende Winterkälte), VI typisch gemäßigtes Klima, VII semiarides Steppenklima (VII a: arides Halbwüstenklima), VIII kaltgemäßigte bzw. boreale Klimazone, IX arktische Klimazone, X Gebirgsklimate (schwarz), VIII–IX Übergangstypen, oc ozeanisch getöntes Klima, co kontinental getöntes Klima, wr Winterregen vorherrschend, a relativ arid, fr häufige Fröste.

Alpen: In dieser speziellen Klimaregion sind auf kleinem Raum die Klimagradienten ungewöhnlich stark ausgeprägt. Das vertikale Höhenklima ist im gesamten Alpenbereich gleichmäßiger ausgebildet: Planar – kollin – submontan – montan – subalpin – alpin – nival. Diese deutliche Klima- und Vegetationsgürtelung mit vielfach nur 200 – 400 m breiten Höhenstufen, wird überlagert von einer horizontalen Klimagegensätzlichkeit durch ein eigenbürtiges Kontinentalitätsgefälle: Randalpen sehr niederschlagsreich – subatlantisch, Zwischenalpen mäßig feucht – subatlantisch bis subkontinental, Innenalpen mäßig trocken – subkontinental bis kontinental. Deshalb spiegeln die Alpen klimatisch und daher auch vegetationskundlich das mittlere und nördliche Europa weitgehend wieder. Auch zwischen den West- und Ostalpen besteht ein deutliches Klimagefälle.

Südosten: Da Jugoslawien, Griechenland und die Karpatenländer sehr gebirgig sind, existieren starke Klimaunterschiede. In den nördlichen Ebenen (Zagreb) herrscht der Typ VI von Brod bis Beograd mit Trockenzeit. Gegen Süden bahnt sich der Wechsel zum submediterranen und mediterranen Klima an, während nach Norden in der Donau-Theiß-Niederung das pannonische

Waldsteppenklima die Standorte prägt (VII/VI). Submediterrane und pontische (Steppen)-Einflüsse überlagern sich längs der westlichen Schwarzmeerküste. Submediterrane Geoelemente sind selbst in der Waldsteppe am Dnjester bei Odessa häufig.

Mediterranes Südeuropa: Typ IV: Winter ohne Frost und Schnee mit reichlich Niederschlägen, heiße Sommer mit einigen niederschlagsfreien Monaten. Der größte Teil der Iberischen Halbinsel, Portugal mit stark ozeanischer Tönung, gehören zu diesem Typ. In Innerspanien sind die Winter relativ kalt. Nur an der feuchten Küste des Golfes von Biscaya findet man Typ V, in etwas höheren Lagen auch VI. Sehr trocken und relativ winterkalt ist das Klima im Ebro-Becken, aber kein Steppenklima. Die natürliche, zonale Vegetation bestand aus offenen Baumfluren mit niedrigen Aleppo-Kiefern und Baumwacholdern. Klimatisch noch extremer ist das Klima an der SE-Ecke Spaniens zwischen Alicante und Almeria. In dieser nordafrikanischen Enklave mit dem trockensten Ort Europas am Kap Gata (III, 122 mm Jahresniederschlag) gedeihen schon Zwergsträucher der afrikanischen Wüste. Korsika, Sardinien und Apenninische Halbinsel samt Sizilien gehören in den unteren Höhenlagen zu IV, wobei die Sommerdürre gegen Süden ausgeprägter wird. Norditalien mit der Poebene hat dagegen ein submediterranes Klima (IV–VI). Komplizierter sind die Klimabedingungen ostmediterran. Die nördliche Adria-Küste ist noch submediterran, erst südlich Zadar ausgesprochen mediterraner Charakter. Die Bucht von Kotor ist das regenreichste Gebiet von Südeuropa: Crkivice (1100 m) 4640 mm. Die Küsten Griechenlands und Kretas zählen zum Typ IV.

b) Niederschlag

Jahresniederschlag (Abb. 2)

Aus der Niederschlagskarte von Europa allein läßt sich keine befriedigende waldvegetationskundliche Gliederung ableiten. Südostengland und Weißrußland, sowie manche mediterrane Standorte empfangen gleichhohen Niederschlag. Verteilung, Regenhäufigkeit und Regendichte sind vegetationskundlich entscheidender. Die Stauwirkung der höheren Gebirge tritt deutlich hervor.

Wasserbilanz in Europa (Baumgartner – Reichel 76)

	Jahresniederschlag mm	Verdunstung mm	Abfluß mm	Verhältnis (%) Verdunstung/Abfluß
Hoher Norden (75 – 85°N)	148–357	37– 83	111–274	24/76
Norden (55 – 75°N)	437–685	194–361	243–408	44/56
Mitteleuropa (45 – 55°N)	594–680	401–402	193–278	64/36
Südeuropa (35–45°N)	682–829	509–563	173–266	72/28

Die Niederschläge sind im Norden und im Süden am geringsten mit einem nordmediterranen Niederschlagsmaximum. Gegen Süden nimmt die Verdunstung so stark zu, daß der Abfluß im Norden und in Mitteleuropa am größten ist. Im hohen Norden ist auch die Verdunstung dreimal kleiner als der Abfluß, der im Süden nur knapp ein Drittel der Verdunstung beträgt. In der Wasserbilanz bestehen deshalb sehr starke regionale Unterschiede.

Schneedecke in Europa: Nur die typisch mediterranen Tieflagen sind dauernd schneefrei. In Süd- und Westeuropa liegt höchstens 1 Monat Schnee. Analoge Tieflagen in Mittel- und Südosteuropa haben 2–3 Monate Schneedecke, im Mittelgebirge 1 Monat länger. Gegen Norden und Nordosten nimmt dann die Schneedeckenandauer rasch zu, von 3–4 Monaten in Südskandinavien bis über 6 Monate im hohen Norden; verlängerte Schneebedeckung im kontinentalen Osten bei gleicher Breite (Abb. 3).

Jahresniederschlag in mm
unter 400
400 - 600
600 - 800
800 - 1000
1000 - 2000
über 2000
500 mm

Abb. 2: Niederschlagskarte von Europa (Baumgartner-Reichel 1974). Sie spiegelt die Zirkulationsverhältnisse in der Atmosphäre wider. Trockengebiete: Tundra von Lappland und Nordrußland mit 400 bis 500 mm N, südliches Rußland 200 bis 500 mm, südliche Iberische Halbinsel 400 bis 500 mm, südöstliches Griechenland 400 bis 500 mm N. Wichtigste niederschlagsreichere Gebiete: Atlantischer Küstenbereich zwischen 37° und 71° N sowie Südhälfte Islands mit 1000 bis 2000 mm, mittlerer Teil der Mittelmeerländer und Tyrrhenisches sowie Adriatisches Meer 800 bis 1000 mm, ferner Frankreich, NW-Deutschland, Südskandinavien sowie das Quellgebiet der Wolga mit 700 bis 800 mm.



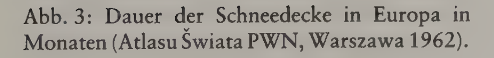


Abb. 3: Dauer der Schneedecke in Europa in Monaten (Atlasu Świata PWN, Warszawa 1962).

c) **Waldklimatische Gliederung** (Abb. 4, 5)

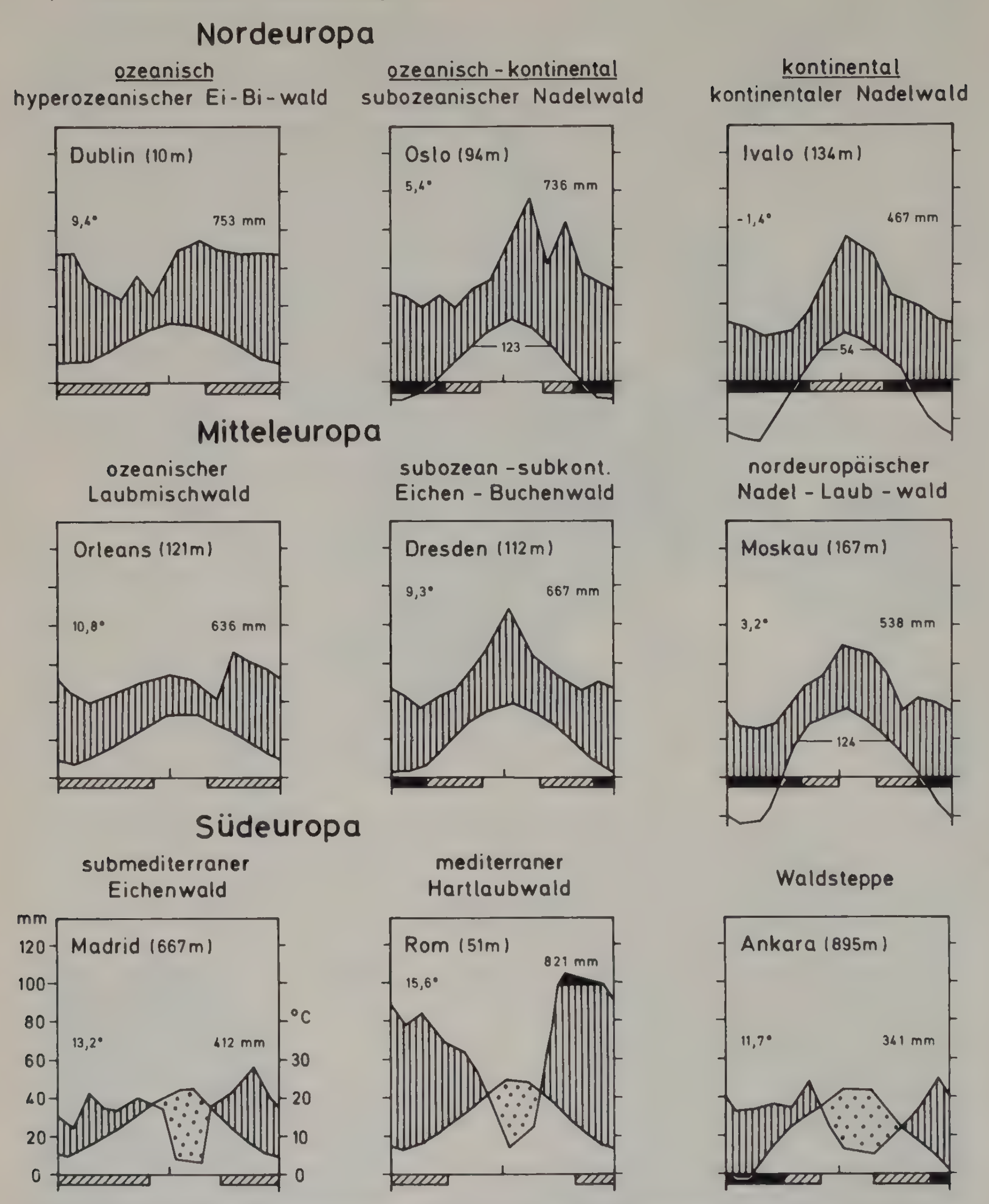
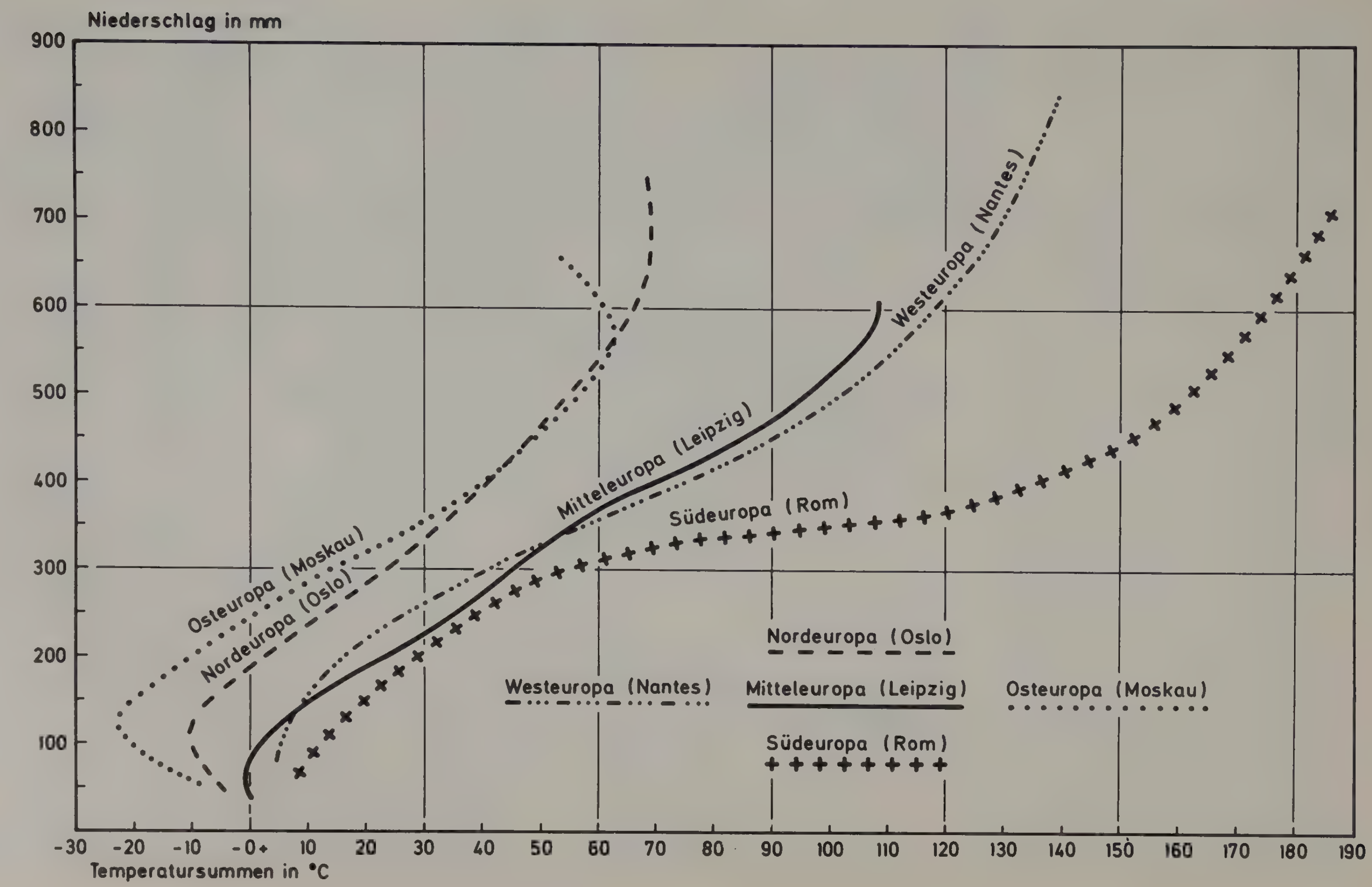


Abb. 4: Charakteristische Klimadiagramme aus Nord-, Mittel- und Südeuropa bei ozeanischem bis kontinentalem Klimacharakter. Temperaturniveau, Temperaturamplitude, Niederschlag (Höhe, Verteilung) und Dürrezeit kennzeichnen die Typen.

Abb. 5: Temperatur- und Niederschlagssummen-Kurven (Lossnitzer) von nord-, mittel-, west-, ost- und südeuropäischen Stationen. Am 1. Januar beginnend werden die monatlichen Summenwerte aufaddiert. Mit zunehmender Steigung ist das Klima niederschlagsreicher, bei flacheren Kurven trockener. Bei raschem Jahreszeitenübergang (stark gekrümmte Kurve) ist das Klima kontinentaler, bei langgezogener Kurve ozeanischer.


Niederschlag in mm
900
800
700
600
500
400
300
200
100
Temperatursummen in °C
-30
-20
-10
-0+
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
110
120
130
140
150
160
170
180
190
Westeuropa (Nantes)
Mitteleuropa (Leipzig)
Südeuropa (Rom)
Nordeuropa (Oslo)
Osteuropa (Moskau)
Nordeuropa (Oslo)
Westeuropa (Nantes)
Mitteleuropa (Leipzig)
Osteuropa (Moskau)
Südeuropa (Rom)

Nord-südliche Zunahme der Vegatationszeit

Die forstklimatische Einteilung von RUBNER (60) basiert auf der forstlichen Vegetationsperiode, Zahl der Tage mit einem Mittel von 10° und darüber.

Klimagebiet	Vegetationszeit (Tage)	Jahresmitteltemperatur
kalt (subarktisch)	– 60	unter 0° C
kühl (boreal)	60–120	0– 5° C
gemäßigt (mitteleurop.)	120–180	6– 9° C
warm (submediterran)	180–240	10–13° C
sommerheiß (mediterran)	240–	14–20° C

Mit zunehmender Vegetationszeit schälen sich gegen Süden geographisch gut unterscheidbare Klima- und damit Vegetationszonen heraus.

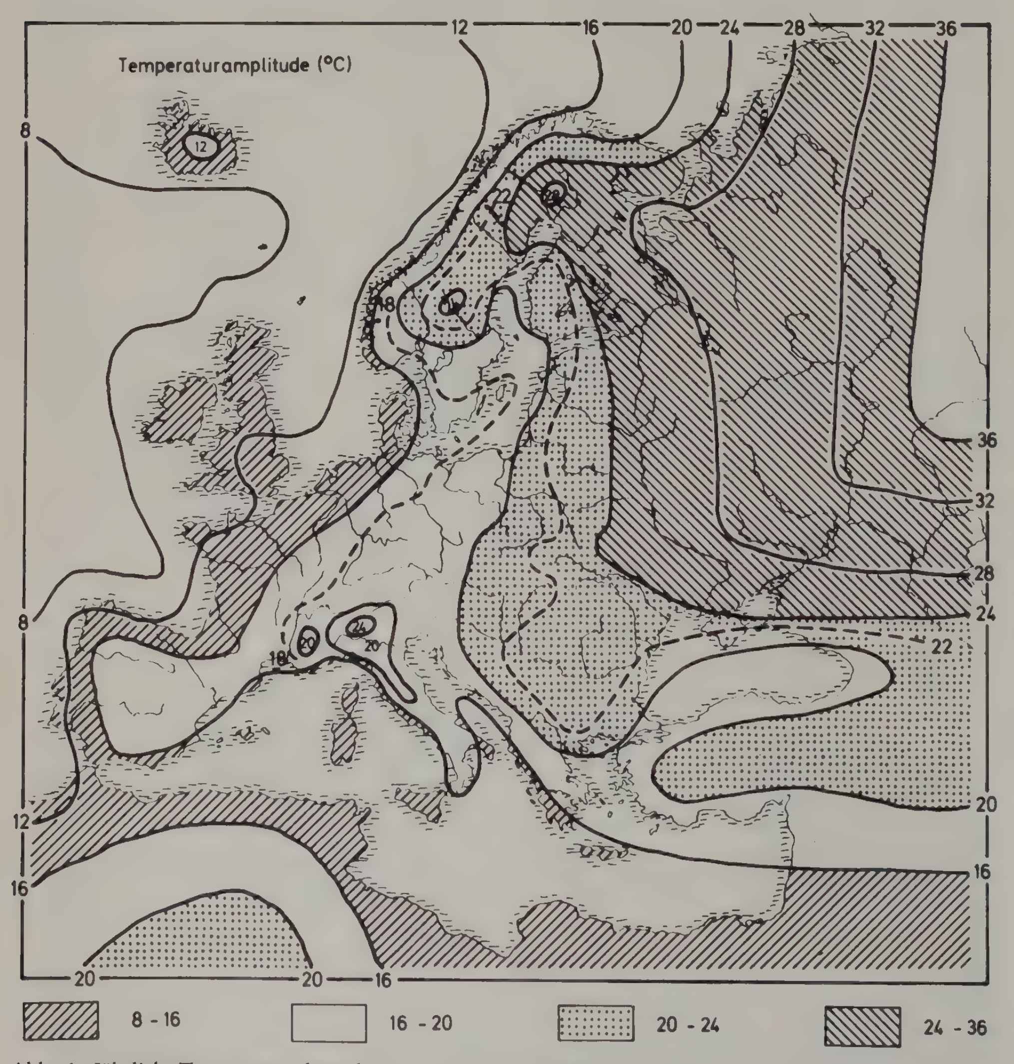


Abb. 6: Jährliche Temperaturschwankung. Unterschied zwischen den reduzierten Mittelwerten des wärmsten und kältesten Monats. Das Ozeanitäts- und Kontinentalitätsgefälle tritt deutlich zutage (LEHMANN 73).

West-östliche Unterschiede im Klimacharakter (Abb. 6)

Westliches Klima, geprägt durch den atlantischen Ozean und die ausgleichende Wirkung des Golfstroms kennzeichnen: Ausgeglichener Temperaturgang, geringe Temperatur-Amplitude, verzögerte Extremwerte (Minimum im Februar–März, Maximum im August–September), relativ milde Winter, hohe Niederschlagshäufigkeit bei geringer Ergiebigkeit, reichlich Wolken und Nebel, relativ hohe Luftfeuchtigkeit, geringe Sonnenscheindauer, Fehlen von längeren Trockenperioden. Im *Osten* herrscht dagegen ein kontinentales Klima: kalte bis sehr kalte Winter (lange Schnee- und Frostperioden), warme, teilweise heiße Sommer, große Temperaturamplitude (Maß der Kontinentalität), mäßige Niederschläge mit Sommermaximum, schneller Übergang zwischen Sommer und Winter und längere Trockenperioden. *Mitteleuropa* besitzt ein subatlantisch-subkontinentales Übergangsklima. Im kühleren, borealen Klima differenziert sich noch deutlich der atlantische und kontinentale Klimacharakter, weniger ausgeprägt im sommerheißen, mediterranen Gebiet.

Phänologie: Phänologische Karten (IHNE 05) unterstreichen die Klimagliederung; z.B. deutliches Fortschreiten der Fliederblüte von Norden nach Süden. Der Westen ist gegenüber dem Osten begünstigt.

3. Florenregionen und Florenprovinzen von Europa

Verbreitung der Geoelemente (Abb. 7). Aus dem Verbreitungsgefüge der atlantischen, subatlantischen, subkontinentalen und kontinentalen Arten (JÄGER 68) geht das Ozeanitätsgefälle in Europa deutlich hervor. Verstärktes Auftreten der ozeanischen und subozeanischen Arten kennzeichnet sehr gut die westeuropäischen Laubwälder, dominierende subkontinentale Elemente die östlichen und nördlichen Nadelwälder. Eindeutig ist die mitteleuropäische Zwischenstellung.

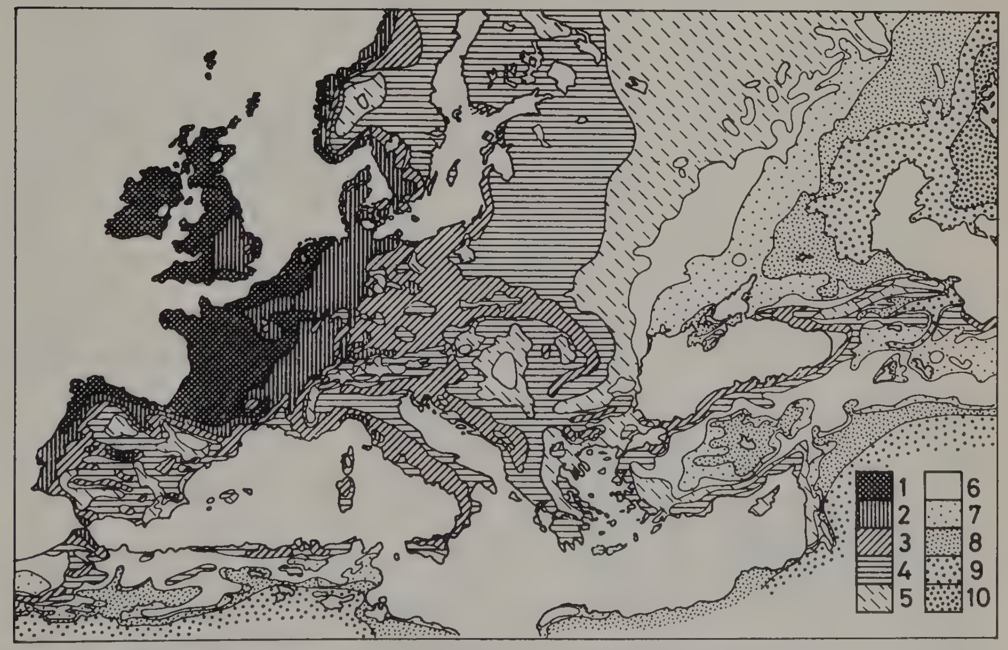


Abb. 7: Ozeanitätsgefälle in Europa, am Artengefüge der Gefäßpflanzenflora gemessen. Nach einer farbigen Karte von JÄGER (1968) aus HORVAT-GLAVAČ-ELLENBERG 74. 1 = Ozeanische und subozeanische Arten sehr zahlreich; 2 = weniger zahlreich; 3 = bis zur Ostgrenze vieler subozeanischer Arten, subkontinentale Arten ± stark beteiligt; 4 = zahlreiche subkont. und einzelne kontinentale, aber noch suboz. Arten; 5 = letztes Ausklingen suboz. Arten, noch viele Arten der Breitlaubgehölze. 6 = viele weit verbreitete kontinentale Arten; Steppenwald-Arten vorherrschend; 7–9 = kont. Arten zunehmend zahlreich, mehr und mehr Wüstenpflanzen; 10 = vorherrschend kont. Wüstenpflanzen.



Abb. 8: Florenregionen und Florenprovinzen von Europa (nach MEUSEL-JÄGER-WEINERT 65, verändert).

Weniger offenkundig ist das Verhältnis ozeanischer und kontinentaler Arten im mediterranen Raum, wenngleich im Osten der Steppenwaldkontakt differenziert. Der Anteil mediterraner Elemente kennzeichnet dieses sommertrockene Gebiet eindeutig.

MEUSEL – JÄGER – WEINERT (65) gliedern Europa unter Berücksichtigung der Geoelemente arealgeographisch (Abb. 8, 9):

A. **Zirkumarktische waldfreie Region**
Lapponische und Samojedische Provinz

B. **Zirkumboreale Nadelwaldregion**
Boreo-atlantische Provinz (Westnorwegisch, Schottisch, Faröisch, Isländisch)
Skandinavische Provinz (Zentralnorwegisch, Südschwedisch und Südfinnisch, Zirkumbottnisch)
Boreorussische Provinz (Eu- und Subboreorussisch)

C. **Mitteleuropäische Laubwaldregion**

I. *Mitteleuropäisches Berg-, Hügel- und Flachland*

Atlantische Provinz

Boreoatlantisch (Schottisch), Mittelatlantisch (Hibernisch; Irland, Britisch-Flämisch-Jütländisch, Südnorwegisch)
Südatlantisch (Südwestfranzösisch, Armoricain, Aquitain, Galizisch, Kantabrisch, Nordlusitanisch)

Subatlantische Provinz

Burgundisch-Rheinisch, Fälisch-Sundisch

Zentraleuropäische Provinz

Herzynisch, Polonisch, Pränorisch-Slowenisch, Baltisch

Sarmatische Provinz

West-, Süd-, Ost- und Nordsarmatisch

II. *Alpische Unterregion*

Temperate Mittel- und Ostalpen (Nordalpisch-Zentralalpisch)

Submeridionale West- und Südalpen (Südalpisch, Westalpisch)

III. *Karpatische Unterregion*

Nordwest- und Nordostkarpaten, Ost- und Südkarpaten,
Biharische Provinz

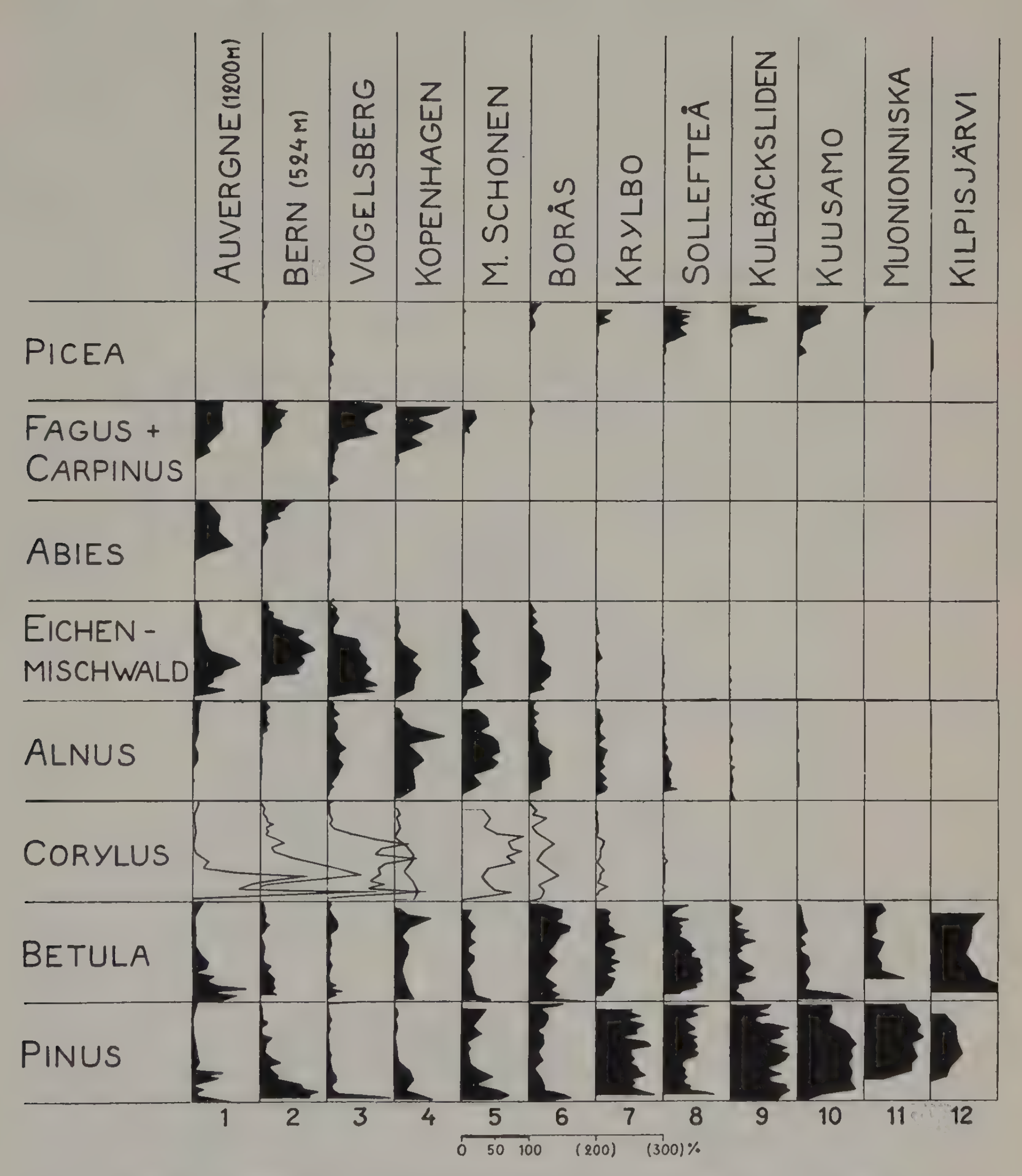


Abb. 9: Postglaziale Entwicklung der waldbildenden Baumarten vom borealen Nadelwaldgebiet Skandinaviens bis zur Südgrenze des mitteleuropäischen Laubwaldes im französischen Zentralmassiv. Der wesentliche Klimaunterschied macht sich schon im frühen Postglazial bemerkbar. Jedes Profil spiegelt die lokalen und regionalen Entwicklungsunterschiede wider. Deshalb dürfte eine wünschenswerte Waldgeschichte Europas (vgl. Mitteleuropa, Firbas 49/52) noch längere Zeit auf sich warten lassen, da keine so einheitlichen Verhältnisse wie in Nord-Eurasien herrschen (Frenzel 59). Nach Faegri-Iversen 50.

D. **Submediterrane Flaumeichenwald-Unterregion** (Provinzen)

Nordlusitanisch, Nordiberisch, Pyrenäisch, Katalonisch-Provenzalisch, Südgallisch, Westalpisch, Südalpisch, Padanisch, Ligurisch-Latisch, Apenninisch (Norden – Zentral), Zirkumadriatisch, Illyrisch, Albanisch, Balkanisch, Ostkarpatisch, Südkarpatisch, Mazedonisch-Thrazisch, Euxinisch, Nordanatolisch.

E. **Mediterrane Hartlaubwaldregion** (Provinzen)

Marokkanisch (Nordwest, Südwest, Südost, Zentralmarokkanisch, Atlas-Unterprovinz), Algerisch (Norden, Zentral, Süden), Baetisch-Rifanisch, Südlusitanisch, Zentraliberisch, Südostiberisch-Balearisch, Tripolitanisch, Korsardinisch, Sizilianisch (Norden, Mitte, Süden), Südapenninisch (Kalabrien, Apulien), Westhellenisch, Ägäisch (Westen, Norden, Osten, Zentral, Kreta), Westanatolisch, Südanatolisch, Palästinisch-Libanisch, Cyrenaisch.

F. **Pontisch-Südsibirische Region**

Pannonisch (Alföld, Matra), Danubisch, Transsilvanisch, Pontisch (Westen, Mitte).

Die arealgeographische Differenzierung Europas führt zu einer großräumigen Einteilung als wesentliche Ausgangsgrundlage. Bei Berücksichtigung des regionalen Gesellschaftskomplexes und der Gesellschaftsverbreitung ergeben sich keine entscheidenden Änderungen.

4. Verbreitung landwirtschaftlicher Hauptkulturen (Abb. 10)

Sie entspricht dem Klimacharakter und geht mit der von ihm geprägten Waldvegetation parallel. Im hohen Norden ist kein Landbau, auch kein Kartoffelanbau mehr möglich. Gegen Süden folgt

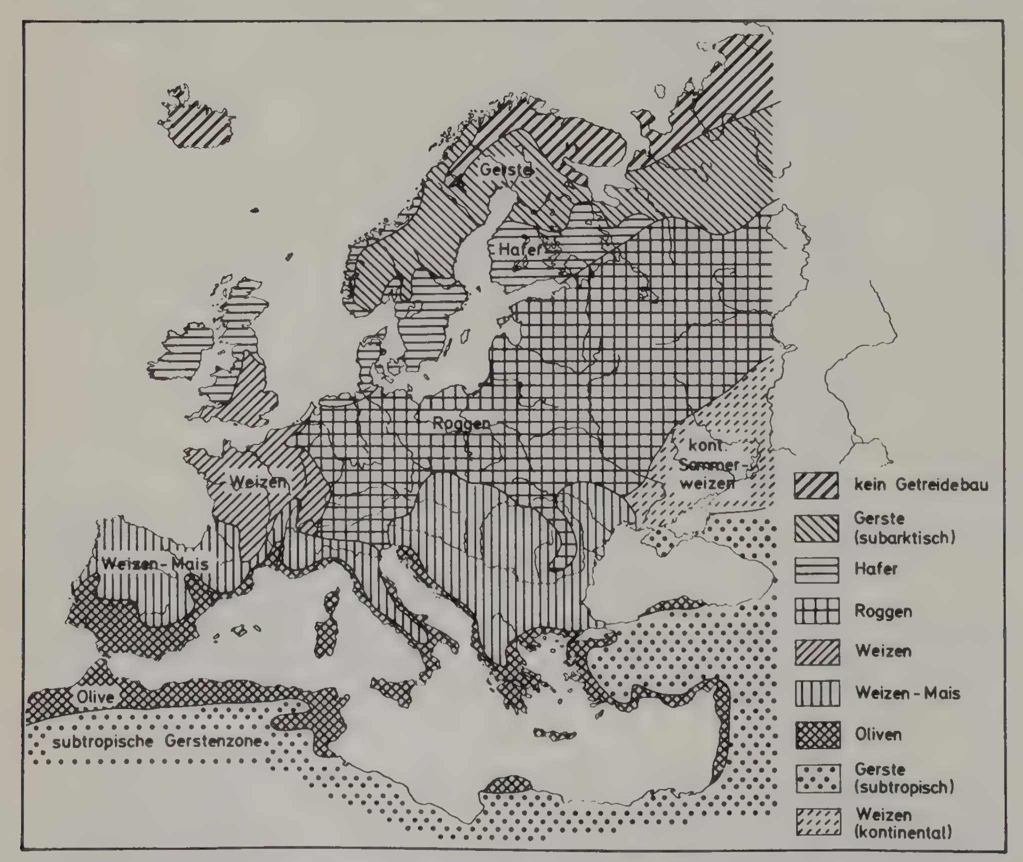


Abb. 10: Getreideanbauzonen in Europa. Das bezeichnende Nord-Süd- und Ost-West-Gefälle der Landbauzonen korrespondiert mit den Bewaldungsunterschieden (TROLL 25).

eine Zone des Haferanbaus. In Südskandinavien und Nord-Großbritannien wird vor allem Gerste angebaut. Ost- bis mitteleuropäisch dominiert hauptsächlich Roggen, während in Frankreich und Südostengland vorwiegend Weizen angebaut wird. Im submediterranen Süden gibt es vornehmlich Weizen-Maiskulturen, während im Mittelmeergebiet der Getreideanbau zugunsten spezifischer mediterraner Gartenkulturen (Oliven) zurücktritt.

5. Potentielle und aktuelle Bewaldung Europas (Abb. 11, 12)

Die gegenwärtige Bewaldungsdichte zeigt ein deutliches Gefälle. Vom borealen Nadelwaldgebiet und dem kontinentalen Osten nimmt gegen das atlantische Laubwaldgebiet und die mediterrane Hartlaubwaldregion die Bewaldungsdichte kontinuierlich ab, wobei Mitteleuropa eine typische Mittelstellung einnimmt. Potentiell war Europa mit Ausnahme von Flächen über der alpinen (polaren) Waldgrenze, Seen, Mooren, frischen Alluvionen weitgehend bewaldet. Selbst ein Gebirgsland wie Österreich war zu rund 90% von Wald bedeckt. Diese Bewaldungsunterschiede gehen nur sekundär auf Klima- und Standortsfaktoren zurück. Vor allem Dauer und Intensität des anthropogenen Einflusses sowie Bevölkerungsdichte bestimmten das Ausmaß der Rodung in der Vergangenheit.

6. Regionen des europäischen Waldes (Abb. 13)

Die Gliederung von Rubner – Reinhold (53) kann prinzipiell beibehalten werden; im Detail abweichende Grenzen. Kriterien für die Ausscheidung: Klimacharakter, Standortstypenspektrum, arealgeographische Charakteristik (Geoelemente), klimabedingte Leitgesellschaften der Höhenstufen, spezifischer Waldgesellschaftskomplex im Zentrum der Region, wald- und forstgeschichtliche Entwicklung, landwirtschaftliches Produktionsspektrum, kulturgeschichtliche Einflußnahme.

a) Nordeuropäische Nadelwaldregion

Borealer Kiefern-Fichten-Nadelwald mit Birke von einer subarktischen (subalpinen) Birkenwaldstufe überlagert, sowie waldfreie Tundra-Zwergstrauchgesellschaften, ausgedehnte Flach- und Hochmoore, nur im Süden Edellaubbäume eindringend.

b) Ost- und nordosteuropäische Laub-Nadel-Waldregion

Subkontinentale Laub-Nadel-Mischwälder außerhalb des Buchenareals. Im Osten Kiefern und Linden-Eichen-Hainbuchen-Mischwälder, die im Südosten von Steppenwäldern begrenzt werden. Gegen Nordosten fichtenreiche Laubmischwälder bis reine Kiefern- und Fichtenwälder an Sonderstandorten.

c) Mitteleuropäische Eichen-Buchenwaldregion

Subatlantisch bis gemäßigt subkontinentale Buchen- und Eichen-Hainbuchen-Wälder in Tieflagen, ausklingende Verbreitung von Kiefer und Fichte im Osten und Süden. Montane Buchen- und Tannen-Buchen-Wälder in den Mittelgebirgen, alpennah und im Osten von einer schmalen subalpinen Fichtenwaldstufe überlagert.

d) Westeuropäische Laubwaldregion

Bei atlantischem Klima dominieren Eichen-, Eichen-Hainbuchen- sowie Buchen-Wälder, wobei in der hyperatlantischen Zone Esche stark hervortritt und leistungsfähige Nadelbäume von Natur

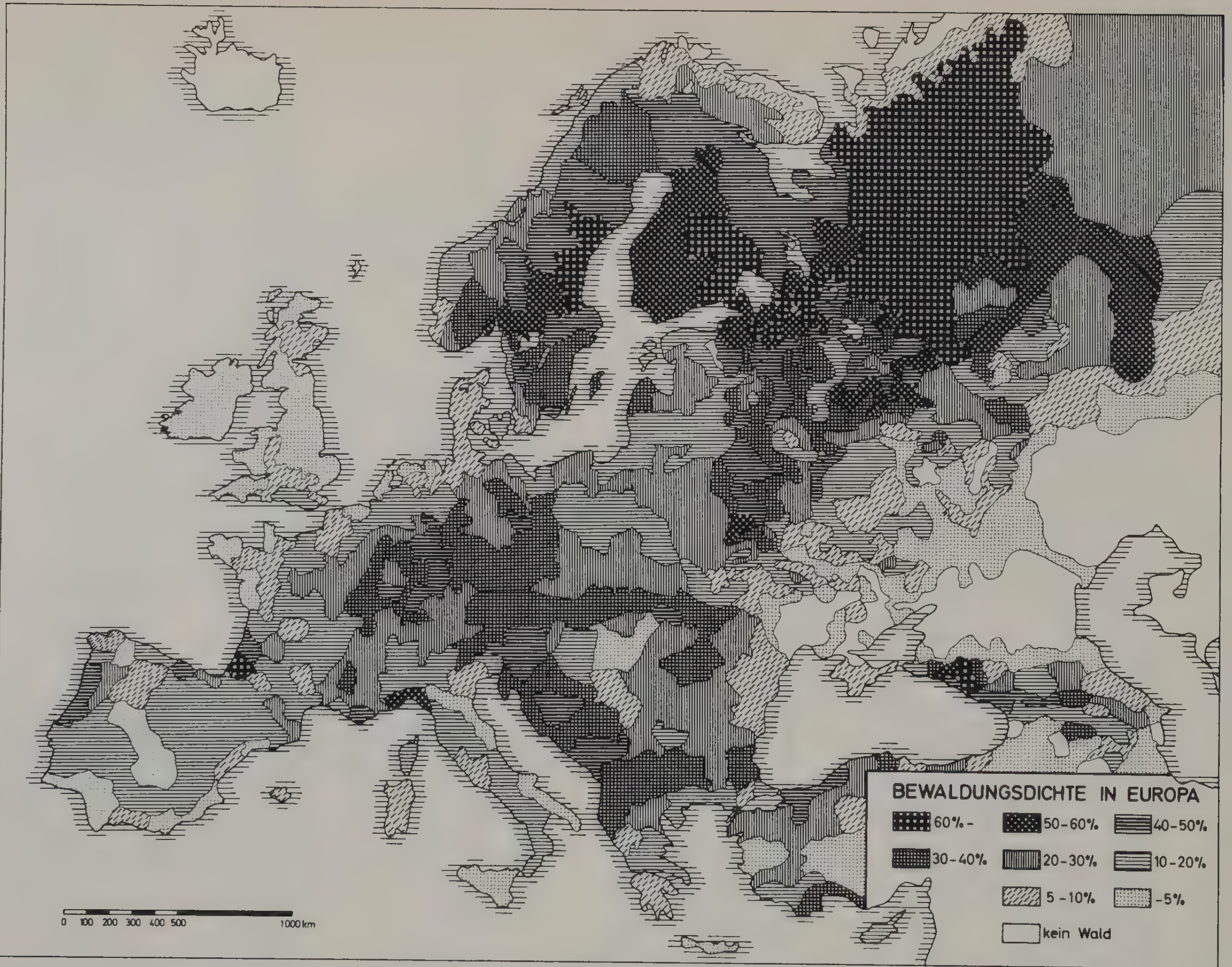


Abb. 11: Bewaldungsdichte in Europa (Weltforstatlas). Da Europa von Natur aus zu 80–90% bewaldet wäre, hängt die aktuelle Bewaldungsdichte in erster Linie von Dauer und Intensität des anthropogenen Einflusses ab.

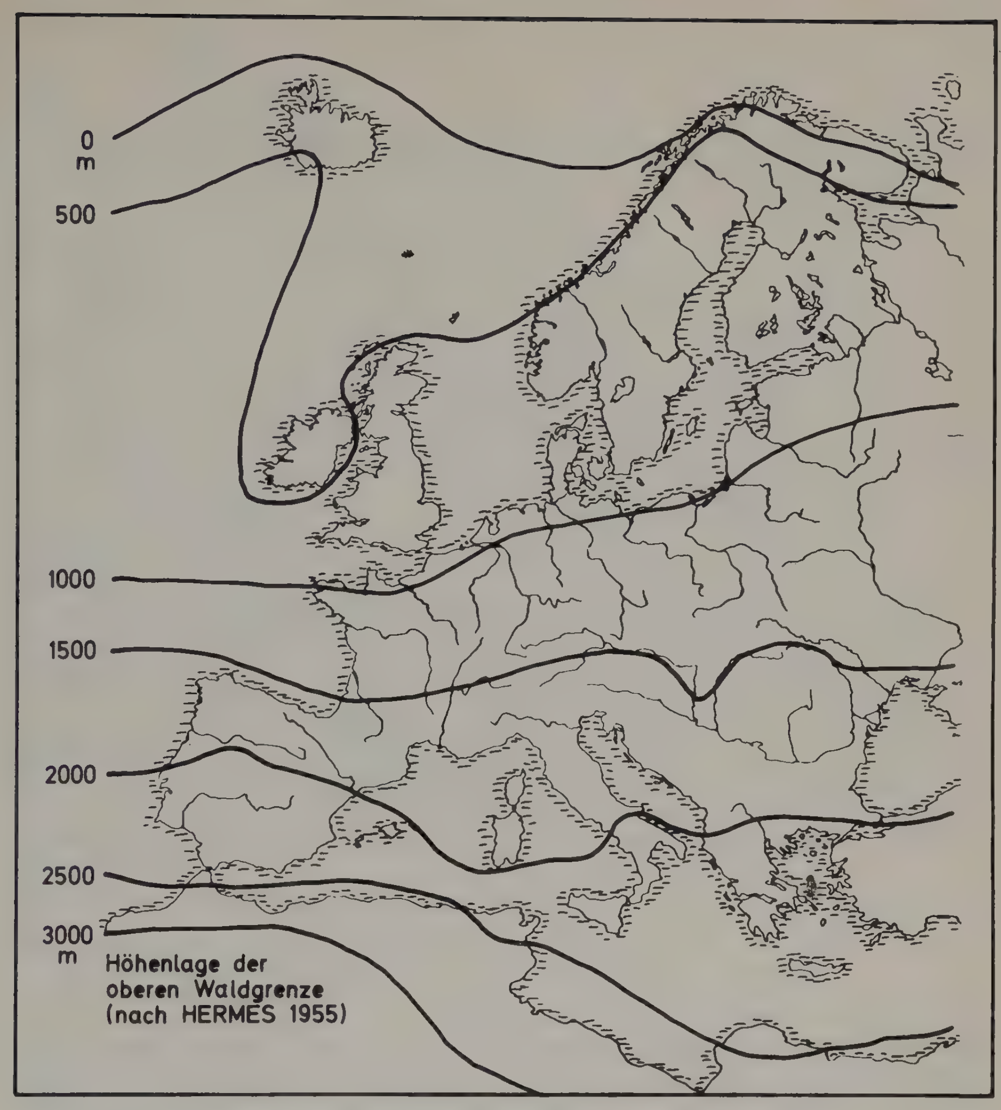


Abb. 12: Höhenlage der oberen Waldgrenze in Europa.

aus fehlen. Durch die weite Nord-Süd-Erstreckung ist der Gesellschaftsgegensatz groß. Nordatlantisch dominieren Birken- und Kiefern-Birken-Wälder von borealem Charakter. Im Südwesten verzahnt sich die typische subatlantische Vegetation mit submediterranen bis mediterranen Gesellschaften.

e) Nadelmischwaldregion der Alpen

Ungewöhnlich vielfältig ist der Aufbau in vertikaler Hinsicht: Kolliner Eichenwald, submontaner Buchenwald, montaner Bergmischwald mit Buche, Bergahorn, Tanne, Fichte, tiefsubalpiner Lärchen-Fichten-Wald, hochsubalpiner Lärchen-Zirbenwald, tiefalpine Zwergstrauchgesellschaften. Horizontal besteht ein ausgeprägtes Klima- und Vegetationsgefälle, z.B. in der montanen Stufe randalpiner Fichten-Tannen-Buchen-Wald, zwischenalpiner Fichten-Tannen-Wald, inneralpiner Fichtenwald.



Abb. 13: Waldregionen Europas (vgl. RUBNER-REINHOLD 53).

f) Südosteuropäische Laubmischwaldregion

Bei warm-subkontinentalem Klima dominieren in den Beckenlagen eichenreiche Mischwälder mit Steppenwaldcharakter. In den Gebirgen treten differenzierte buchenreiche Bergmischwälder in den Dinariden, im Balkangebirge und in den Karpaten auf. Im ozeanisch beeinflußten Illyrien bildet die Buche die Waldgrenze, im kontinentalen Osten die Fichte. Zahlreiche endemische Gesellschaften belegen die größere Nähe glazialer Refugien.

g) Mediterrane Hartlaubwaldregion

Am vielfältigsten ist die mediterrane Vegetation aufgebaut durch Standortsmannigfaltigkeit und die geringsten diluvialen Wanderungsverluste. Immergrüne Hartlaubwälder und Gebüsche (Macchie) mit vielen Eichenarten dominieren im Tiefland, begleitet von mediterranen Nadelwäldern. Montane Bergwälder mit Schwarzkiefer, Tanne und Zeder sind durch die isolierte Lage auch genetisch stark differenziert. Der Waldgesellschaftskomplex ist zentralmediterran, im Südwesten und Südosten stark unterschiedlich aufgebaut.

Nordeuropäische Nadelwaldregion

A. Waldkundliche Grundlagen

1. Umgrenzung (Abb. 13; Sjörs 65, Ahti-Hamet-Ahti-Salas 68)

Die Region umfaßt nahezu ganz Fennoskandien (Norwegen, Schweden und Finnland). Im Norden bis zur polaren Waldgrenze (Birke, Kiefer), während der äußerste Norden (Vardö-Hammerfest) und Nordwesten (Lofoten) bereits im subarktischen Raum liegen. In Südnorwegen (Bergen-Oslo) leitet ein schmaler Küstensaum mit Buchenwäldern zur mitteleuropäischen Region über, ebenso am Südrand Schwedens. Das Gebiet südlich der Linie Oslo-Kopenhagen-Helsinki und ein schmaler südfinnischer Küstensaum (bis zur Eichengrenze) hat nordosteuropäischen Laub-Nadel-Mischwald-Charakter. Island mit subarktischen Birkenwaldresten ist frei von Nadelbäumen.

Ostgrenze Fennoskandiens (Kalela 43): Pflanzengeographisch bildet der Bereich Weißes Meer – Onega See – Ladoga See – Karelische Landenge – Finnischer Meerbusen die schärfste östliche Vegetationsgrenze durch eine auffällige Verarmung an östlichen Arten (133 Gefäßpflanzen); Larix sibirica, Abies sibirica, Salix gmelinii, Alnus fruticosa, Cornus tatarica. Gleichzeitig haben westliche Arten eine deutliche Ostgrenze: Cicerbita alpina. Für charakteristische nordrussisch-sibirische Alluvialgesellschaften der großen Tiefebenen besteht eine morphologische Grenze oder analoge Einheiten sind nicht mehr typisch ausgebildet. Hainbruchwälder, Fjellbirkenwälder und Weidengebüsche sind jenseits der Grenze anders zusammengesetzt. Der boreo-russische Nadelwald zwischen der Fennoskandischen Ostgrenze und dem Ural ist vielfältiger und artenreicher aufgebaut.

2. Standort (Sömme 74)

Morphologie: Die Kaledonische Gebirgskette gipfelt im Jotunheimen (Galdhöppigen 2469 m) und erreicht noch um Narvik 1500–1900 m. Durch alpine Hochlagen (Fjell) besitzt Norwegen einen ausgeprägt gebirgigen Charakter. Schweden reicht im Nordwesten noch bis zu den hohen Skanden (Kebnekaise 2123 m). Nach raschem Gebirgsabfall dominieren hügelige Landschaften; 100–400 m. Finnland erreicht nur am Kilpisjärvi Höhen bis knapp über 1000 m. Die flachwellige, südliche Seenlandschaft mit ausgeglichenen Reliefformen liegt 20–200 m hoch. Zahlreiche Seen (Finnland 60000, lokal 5–50% Flächenanteil) und glaziale Geländeformen beleben die Landschaft.

Geologie: Einheitlich dominieren bodensaure Gesteine. Die Gebirgskette wird von kambrosilurischen Gesteinen (Schiefer, Gneis, Granit, Gabbro) aufgebaut. Für Tieflagen in Finnland und Schweden sowie für das südliche Norwegen sind archaische Gesteine typisch: Granit, Gneis, Phyllit, Sediment- und vulkanische Gesteine. Nur lokal treten permische Intrusiva, Diabas, Sandstein und tertiäre Sedimente auf (Abb. 14).

Glaziale Ablagerungen prägen den größten Teil Skandinaviens. In den Kaledoniden wird das anstehende Grundgebirge nur stellenweise von einer dünnen Moränendecke überlagert. Im Flach- und Hügelland herrschen Moränendecken von 4–9 m Mächtigkeit vor (in Dänemark bis 50 m), unterbrochen von fluvoglazialen Ablagerungen; Oser, Endmoräne, Decklehme und vor allem Sande und Tone. Podsolböden mit wechselnd mächtigen Rohhumusauflagen unterschiedlicher Entwicklung dominieren, Hochmoorflächen und Gleypodsole sehr häufig.

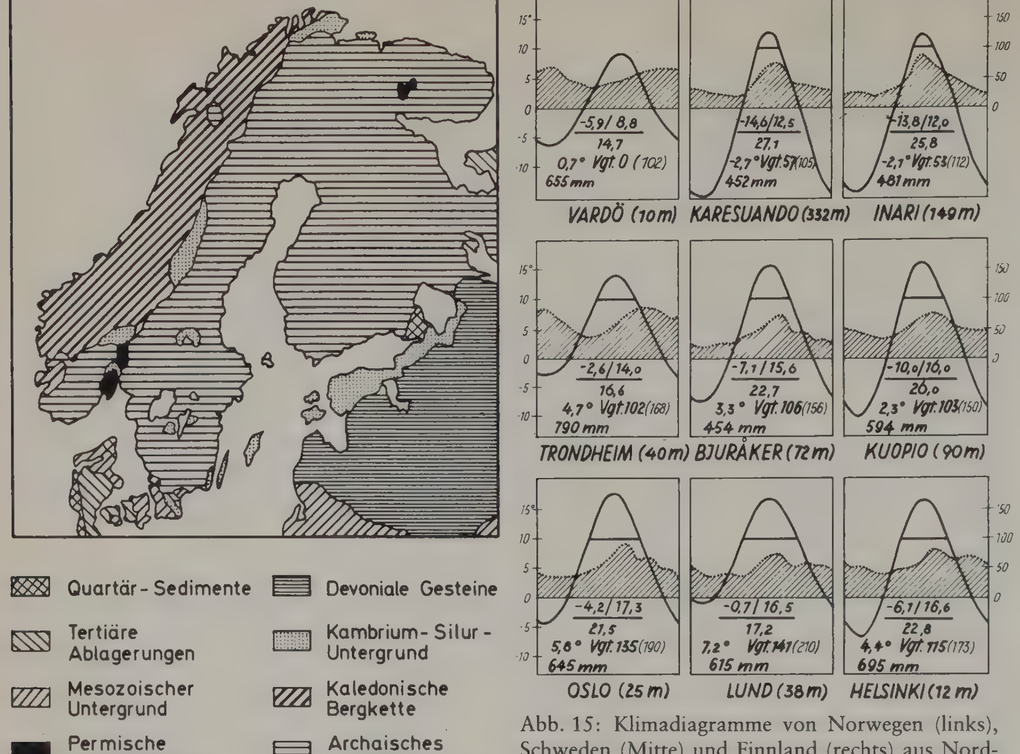


Abb. 14: Vereinfachte geologische Karte Skandinaviens (nach KALLIOLA 1973, verändert aus SÖMME 1974).

Abb. 15: Klimadiagramme von Norwegen (links), Schweden (Mitte) und Finnland (rechts) aus Nord- (oben), Mittel- (Mitte) und Südskandinavien (unten). Zunahme der Kontinentalität von Westen nach Osten und Abnahme der Vegetationszeit von Süden nach Norden zeichnen sich deutlich ab.

Klima: (Abb. 15). Durch die nördliche Lage (50°) ist die sich in Energie umsetzende Sonneneinstrahlung geringer als die Ausstrahlung. Die negative Strahlungsbilanz ergibt ein jährliches Defizit bei 55° von 40000 g-Kalorien/cm^2 und bei 70° Nord von 67000 g-Kalorien/cm^2. Die Lage am nebelreichen Nordatlantik und an den Küsten mit geringerer Sonnenscheindauer wird durch längere Sommertage ausgeglichen; auch der Golfstrom beeinflußt das Klima positiv.

Vegetationszeit: Für die Vegetation entscheidend ist die sommerliche Begünstigung, wie die Tageslängen bei unterschiedlicher geographischer Breite zur Winter- und Sommersonnenwende (Dämmerung) zeigen. Zur Sommersonnenwende beträgt in der Breite von Oslo-Stockholm-Helsinki die Tageslänge einschließlich Dämmerung rund 22 Stunden, im Mittwinter nur 7¾ Stunden. Im Vergleich zu niederen Breiten (2–3 Stunden) wird in hohen Breiten (69°) der Tag durch die Dämmerung um 3–5 Stunden länger.

	Tageslänge ohne Dämmerung	
Geogr. Breite	Wintersonnenwende	Sommersonnenwende
56°	06 h 46 m	17 h 36 m
60°	05 h 42 m	18 h 49 m
65°	03 h 20 m	21 h 56 m
69°	00 h 00 m	24 h —

Dadurch treten im mittleren und nördlichen Skandinavien ausgeprägte Standortsrassen der Waldbäume auf, die an Langtagbedingungen angepaßt sind. Ohne diese sommerliche Einstrahlungsbegünstigung würde ein großer Teil Skandinaviens schon im subarktischen Bereich liegen.



Abb. 16: Thermische Kontinentalität in den nordischen L ändern; Temperatur-Amplitude Januar–Juli; nach SÖMME 74 verändert. Vom extrem ozeanischen Klima in Meeresnähe bis zu den Skanden ist das Kontinentalitätsgefälle extrem. In Nordschweden ist die Kontinentalität besonders ausgeprägt.

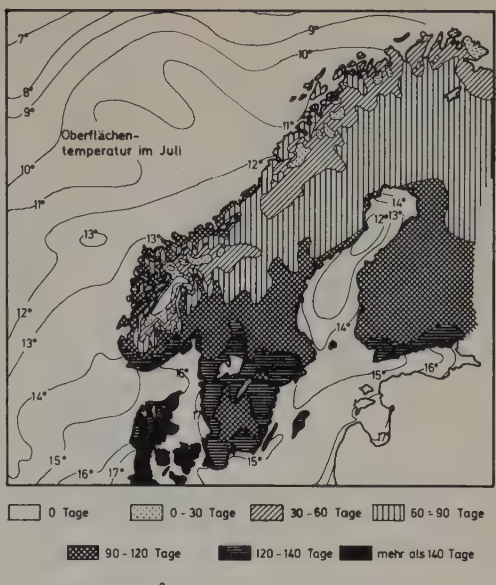


Abb. 17: Tage mit einem Temperaturmittel über 10°C. Über 140 Tage besitzt das mitteleuropäische Buchenwaldgebiet, 120–140 Tage das südliche Nadelwaldgebiet mit Laubmischwäldern, 90–120 Tage das nördliche, unter 60 Vegetationstage der alpin-arktische bzw. der subalpin-subarktische Bereich. Zum Vergleich Oberflächentemperatur des Meeres im Juli (nach HUSTICH 74).

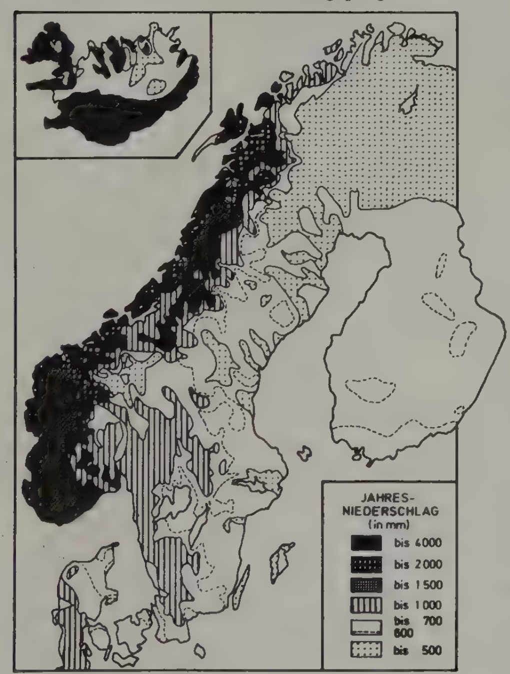


Abb. 18: Jahresniederschlag in Skandinavien. Hohe Niederschläge im maritimen Staubereich des Gebirges, relativ geringe Niederschläge im kontinentalen Lee Schwedens und Finnlands.

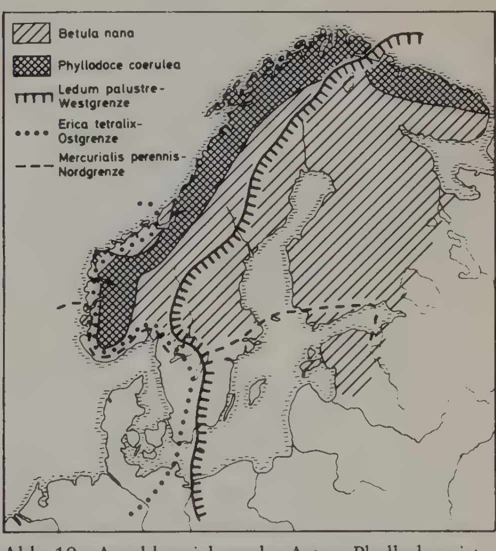


Abb. 19: Areal bezeichnender Arten. Phyllodoce ist eine arktisch-alpine Art. Die atlantische Erica tetralix findet ihre Ostgrenze, die im Süden mit der korrespondierenden Westgrenze von Ledum zusammenfällt. Betula nana ist in Nord- und Mittelskandinavien ziemlich gleichmäßig verbreitet. Mercurialis perennis belegt den ausklingenden Laubwaldeinfluß (nach HULTÉN 50).

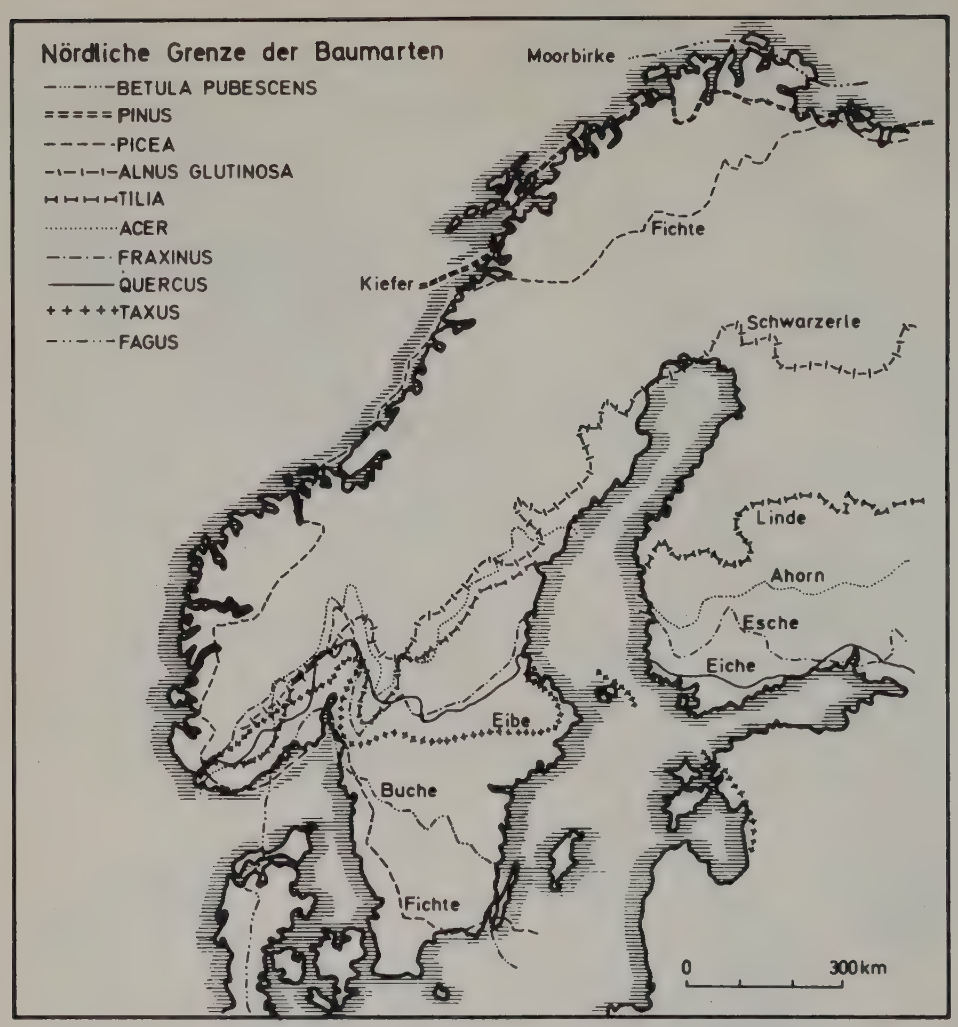


Abb. 20: Nördliche Verbreitungsgrenzen der Baumarten im borealen Nadelwaldgebiet (nach HULTÉN 50). An der südnorwegischen Küste und im Übergangsbereich von Süd- nach Mittelschweden (Raum Gävle-Stockholm-Norrköping) bündeln sich am pflanzengeographischen «limes norrlandicus» die Arealgrenzen. Nach Süden reicht bis zur Fichtengrenze die Mischwaldzone des borealen Nadelwaldgebietes.

Temperatur: Das Jahresmittel nimmt von Süden (5–7° C) gegen Norden zunächst langsam (Mitte 2–5° C), dann rascher ab (0–3°). Wesentliche Unterschiede bestehen in der Temperaturamplitude (Abb. 16). Im Westen (Vardö-Trondheim-Bergen) liegt sie bei 10–15°, an der Ostküste Islands wird mit 7,9°C der geringste Wert erreicht. Dies charakterisiert im Nordwesten ein typisch ozeanisches Klima. Schon in Ostnorwegen und noch mehr in Lee der Kaledonischen Gebirgskette nimmt die Temperaturamplitude (20–26°C) und damit die Kontinentalität stark zu mit einem Höchstwert in Norrbotten, während die Ostseeküsten in Schweden und Finnland weniger kontinental sind (16–20°C). Deshalb liegen die winterkalten Stationen Karesuando und Inari noch mitten in der nordischen Nadelwaldzone, während das winterwärmere Vardö bereits dem subarktischen Raum angehört. Reykjavik mit +0,3°C Januar- und 11,7°C Julitemperatur liegt an der subarktischen Birkenwaldgrenze.

Dauer der Vegetationsperiode (Abb. 17): Über 120 Tage mit einem Temperaturmittel über 10°C werden nur am südschwedischen Küstensaum und im äußersten Süden Finnlands erreicht, wo sich



Abb. 21: Gliederung der borealen Nadelwaldregion in Skandinavien. Eine mögliche klimatische und pflanzengeographische Untergliederung wird angedeutet; nördliche Zone mit teilweise ausgeprägt subarktischem Charakter. Die südliche Laub-Nadel-Mischwaldzone leitet zur mitteleuropäischen Eichen-Buchen-Waldregion über, besitzt starke Verwandtschaft zur nordosteuropäischen Mischwaldregion und wird durch die nördliche Eichengrenze und die südliche Fichtengrenze charakterisiert. Fjellregion oberhalb der Waldgrenze schwarz eingezeichnet (nach Hustich 74).

Fichte-Kiefer mit Eiche und Edellaubbäumen mischen. Mittelskandinavien mit 90–120 Tagen Vegetationszeit repräsentiert den wüchsigeren Teil des Nadelwaldes. Durch das Gebirge reicht in Schweden der kühlere Bereich (60–90 Vegetationstage) weiter nach Süden. Die 60-Tage-Linie entspricht der geschlossenen Nadelwaldgrenze. Bei 30 Tagen Vegetationszeit verläuft die Birkengrenze und die baumfreie Subarktis beginnt.

Niederschlag (Abb. 18): Die regionale Niederschlagsverteilung wird durch das Staugebiet der Skanden geprägt, wobei meernahe Standorte und Gipfellagen 1000–2000 (4000) mm Niederschlag erhalten. Besonders niederschlagsreich sind Nordfjord, Bodö, Südisland und die skandischen Hochlagen. Schon im Lee hoher Gipfel bleiben auch in Norwegen die Niederschläge gering (Dovre 400 mm). Von Westschweden abgesehen (700–1000 mm) fallen in der Südhälfte Fennoskandiens jährlich 500–700 mm Niederschlag, in der nördlichen (300) 400–500 mm. Durch die kühle Vegetationszeit und die geringe Verdunstung entstehen keine ariden Verhältnisse wie z.B. auf den durchlässigen Kalkstandorten der südostschwedischen Insel Öland.

Die **Schneedecke** dauert im Norden: Ende September – Ende Mai (8 Monate), Mitte: November – Mitte April, Süden: Dezember – März (4 Monate).

Pflanzengeographische Gliederung und Geoelemente (Abb. 19, 20, 21): Von Norden nach Süden treten Geoelemente auf, die nicht in Mitteleuropa oder nur in Hochgebirgen der gemäßigten Zone auftreten:

arktisch: Luzula arctica, Draba norvegica, Cassiope hypnoides, Gentiana detunsa, Cerastium arcticum

arktisch-alpin: Carex atrata, Salix herbacea, Polygonum viviparum, Silene acaulis, Loiseleuria procumbens

subarktisch-subalpin: Polystichum lonchitis, Athyrium alpestre, Rubus chamaemorus, Betula nana, Phyllodoce coerulea

boreal: Athyrium filix-femina, Lycopodium annotinum, Calypso bulbosa, Ledum palustre, Linnaea borealis

subboreal: Dryopteris filix-mas, Oxalis acetosella, Melica nutans, Rubus saxatilis, Melampyrum pratense

3. Waldgeschichte in Fennoskandien (Abb. 22)

Spätglazial: Die hochglaziale Inlandseisdecke hatte eine Mächtigkeit von 2000 m. Das Abschmelzen dauerte deshalb sehr lange bei gleichzeitiger Landhebung bis 250 m. Der Eisrückzug begann in Finnland beim zweiten Salpausselkä um 8150 v. Chr. Die Bipartition des skandinavischen Eisschildes mit der Riesenwarve wurde auf 6800 v. Chr. datiert, so daß das Gebiet erst zwischen 7500–6500 v. Chr. eisfrei wurde. Deshalb begann die Einwanderung der Nadelbäume vom Osten über Lappland nach Südskandinavien relativ spät. Erst rund 5000–6000 Jahre gibt es Pinus-Picea-Wälder in Skandinavien (8000 Jahre in den Alpen). Der Wanderungsstau zu Beginn der Klimaverbesserung verursachte den Ausfall vieler Arten und damit die ausgeprägte Artenarmut der skandinavischen Nadelwälder.

Postglaziale Waldgeschichte (Finnland, Luonto-Liitto 75, Abb. 23): In dem für das mittlere bis nördliche boreale Nadelwaldgebiet charakteristischen Durchschnittsdiagramm spielen nur Betula, Pinus und Picea, sowie sekundär Alnus (incana) eine wesentliche Rolle. Im frühen Postglazial dominieren mit Kiefer gemischte Birkenwälder. Während der älteren Ancylus-Zeit (7000–6000 v. Chr.) herrscht vorübergehend Kiefer vor. Nur von etwa 6000–1000 v. Chr. breitet sich in einem wohl feuchteren Klimaabschnitt Alnus stärker aus, wobei Kiefer gleichzeitig deutlich zurücktritt. Von der Limnaea-Zeit an (1000 v. Chr.) kommt dann Fichte sofort mit beträchtlichem Anteil auf und die Baumartenmischung stabilisiert sich bei schwacher Birkenzu-

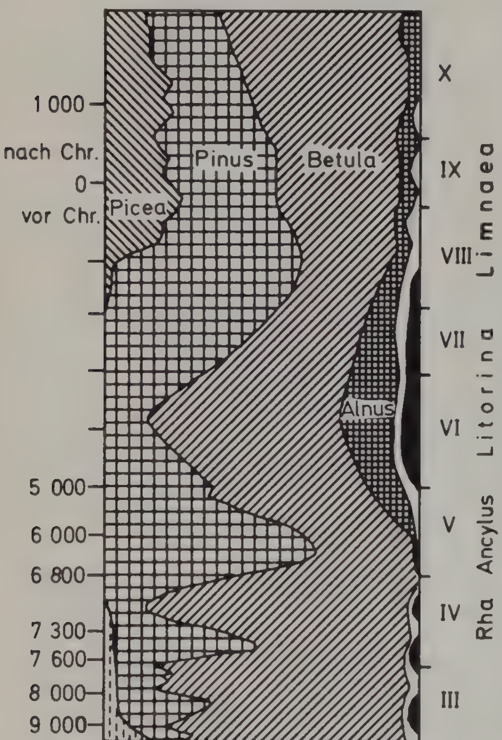


Abb. 22: Vereinfachte Darstellung der postglazialen Waldentwicklung im borealen Nadelwaldgebiet Finnlands (aus Luonto-Liitto 75, verändert). Birke und Kiefer dominieren lange. Im Atlantikum treten Alnus und einzelne Eichenmischwaldelemente stärker hervor. Erst 1000 v. Chr. breitet sich in Mittelfinnland Fichte stärker aus.

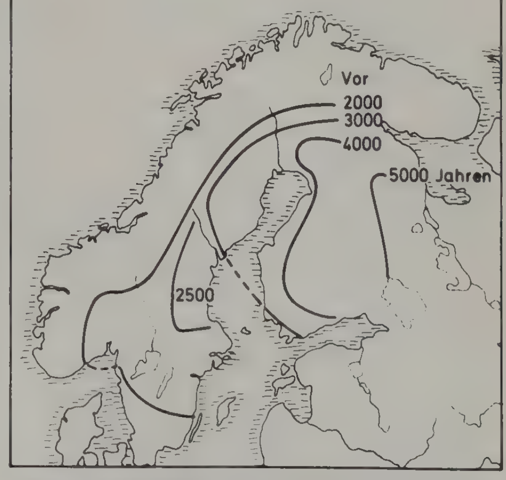


Abb. 23: Einwanderung der Fichte nach Skandinavien während des Postglazials. Die Einwanderungsgrenzen von 5000 bis 2000 Jahren vor heute sind eingezeichnet. Vom russischen Refugium erfolgte die Einwanderung in breiter Front. Die südschwedische Fichte wanderte unter entsprechender Biotypen-Selektion über Lappland, so daß sie hochnordische Langsamwüchsigkeit besitzt (nach Jahn 77).

nahme. In jüngster Zeit hat, durch die Forstwirtschaft gefördert, Fichte gegenüber Kiefer und Birke zugenommen. Erst in jüngster Zeit sind im südlichen Randgebiet Laubmischwaldarten eingewandert (Esche, Linde, Ulme, Schwarzerle).

B. Wald- und Baumgrenze in Fennoskandien

1. Polare Wald- und Baumgrenze

Während in den Alpen die natürliche Wald- und Baumgrenze weitgehend zusammenfallen oder nur um 100 Höhenmeter differieren, kann im hohen Norden die Entfernung von den geschlossenen Kiefernwäldern bis zu den aufgelösten Randvorkommen in geschützten Tälern (z.B. Altafjord) bis zu 200 km betragen (HUSTICH 58 nach SÖMME 74). Im subarktischen Flachland ändern sich über weite Strecken die thermischen und hygrischen Bedingungen nur wenig beim Übergang vom Wald zur Tundra, so daß lokale Faktoren wie Windgefährdung, Schneeschutz, Bodenentwicklung, Humuszustand oder Vernässung ein Mosaik von Gebüschgruppen und Tundrainseln verursachen. Die polare Waldgrenze ist daher nicht linienhaft zu fixieren.

Birke: Der Küstensaum ist an der norwegischen Westküste, gegen Norden ausgeprägter, waldlos. Kühle Sommer durch reichliche Bewölkung und sehr starke Winde kennzeichnen das waldfeindliche Klima. Vereinzelte krüppelige Bäume und Baumgruppen der Grenzzone haben an den Boden angepreßte Kriechformen und extreme Windfahnenkronen, während erst landeinwärts bei ausreichendem Windschutz normal geformte Bäume wachsen. Im maritimen Nordwesten bildet Birke die Wald- und Baumgrenze. Betula nana, Betula pubescens ssp. tortuosa, Alnus incana ssp. virescens und Sorbus aucuparia var. glabrata dringen am weitesten in Küstennähe vor. Kiefer folgt mit einigem Abstand und gegen Süden nimmt Fichte noch etwas weiter von der Küste abgesetzte Standorte ein.

Kiefer: Im subarktischen Birkengürtel fehlen Kiefernwälder. Am geschützten Ende des Alta-Fjords (Bossekop, 70° Breite), treten noch größere geschlossene Bestände auf; Insel Sternøga bei 70°15′. Ein großflächiges Kiefern-Urwaldgebiet von 4000 ha befindet sich in Øvre Pasvik südlich von Kirkenes bei 69°10′ (HUSE 65). Einzelne breitkronige Kiefern dringen bis zum Eismeer-Fjord bei Elvenes vor, in Finnland bei Utsjoki-Petsamo schon ebenso weit nach Norden wie Birke. Kiefer bildet nur auf relativ kurzer Strecke in Nordost-Skandinavien die Wald- und Baumgrenze. Für das Zurückbleiben der Kiefer gegenüber Birke im Westen dürfte die geringere Kontinentalität des Klimas mit reduzierter Sommerwärme ausschlaggebend sein.

Die Kiefern-Nordgrenze wird durch seltene Samenjahre und noch seltenere Verjüngungsjahre bedingt. Auch durch immer wiederkehrende Waldbrände ist selten die potentielle Grenze ausgebildet. Blitzschlag löst immer wieder kleinere oder größere Waldbrände aus; z.B. Hamra 1609; Kiefernurwald Øvre Pasvik vor 300–320 Jahren (HUSE 65). In besonders trockenen Jahren ist die flechtenreiche Calluna-Zwergstrauchdecke extrem brandgefährdet. Auf moorigen Standorten sollen an der Kiefernwaldgrenze in den letzten 400 Jahren die Hälfte aller Wälder einmal, die andere Hälfte 2–3mal abgebrannt sein, wobei Jungwüchse bis 70 (100) Jahre vernichtet wurden, während ältere Bestände wenigstens teilweise überdauerten; sibirische Waldtaigabrände um 1910 bis 2000 km Länge. Auch wenn der Mensch die Waldbrandgefahr entscheidend erhöhte, werden in Lappland immer noch 40% der Brände durch Blitzschlag ausgelöst. Starke Schäden an den Kiefern-Wald- und Baumgrenzen entstehen durch Rentiere (100000 in Nordfinnland), die im Herbst an Fichte, Kiefer oder Birke ihre Geweihe fegen und im Winter durch Schlagen sehr starke Schäden verursachen, wenn die Flechten vom Schnee bedeckt sind.

Fichte: In Nordwest-Norwegen erreicht die Fichte knapp südlich des Polarkreises die Nordgrenze, geht in Schweden bis in den äußersten Norden. Sie dringt in Finnland (Karajosk) bis zur Südgrenze der vereinzelten Kiefernvorkommen vor, z.B. Øvre Pasvik (HUSE 65), 80 km südlich Kirkenes. SCHMIDT-VOGT (77) gibt als nördlichste Grenze 69°47′N an. Manche Spitzfichten mit kurzen Ästen ähneln dem Picea obovata-Typ. Auf der kontinentaleren Halbinsel Kola geht die Fichte bereits über die Kiefern-Baumgrenze hinaus.

2. Dynamik der polaren Waldgrenze

Das lappländische Birkenwaldgebiet ist von abgestorbenen Kiefern, aufkommendem Jungwuchs und kleinen Kiefernbeständen in geschützten, tiefen Lagen durchsetzt. Die Auflösung des Kiefernwald-Areals ist zum Teil geomorphologisch bedingt, da bei einer subalpinen Baumgrenze von 500–200 m der Wald nur noch an windgeschützten Talflanken vorkommen kann. Für einen Rückgang der Kiefernwaldgrenze sprechen viele abgestorbene, auch starke Kiefern und Funde von Stämmen in Mooren und Seen in heute nadelbaumfreien Küstengegenden sowie Hochlagen, ebenso geschlossene, geringwüchsige (8–12 m) Reliktbestände nahe der Küste (Altafjord). Während der subborealen Wärmezeit war Kiefer mit größerer Vitalität als heute weiter im Norden verbreitet. Die subatlantische Klimaverschlechterung vor 2500 Jahren wirkt noch heute nach. Kiefernrelikte konnten sich nur auf lokalklimatisch begünstigten Standorten erhalten. Brennholz- und Bauholzbedarf der Küstenbewohner und nomadischen Lappen reduzierten den Nadelwald, so daß eine sichere Rekonstruktion des natürlichen Zustandes kaum mehr möglich ist. Andererseits steigt heute, nach teilweiser Einstellung der Alpwirtschaft, die weidebedingte Waldgrenze relativ rasch.

Seit etwa 1900 dringt die Kiefer (kaum Fichte) ins Birkenwaldgebiet vor. Dies geht auf eine stärkere Wärmezunahme der Wintermonate (um 4–7°) und eine geringere der Sommermonate (rund 1°) zurück; im Jahresdurchschnitt 1,5°C von 1829 bis 1930; Verdoppelung der Getreideernte, teilweise durch Bevölkerungszunahme (Hustich 47, 48, Erkkamo 56, Heino 78; Abb. 24).

Vor 1910 konnte an der polaren Grenze etwa alle 100 Jahre mit einem Reproduktions-Jahr mit gereiftem Samen, erfolgreicher Keimung und Sicherung der natürlichen Verjüngung gerechnet werden (Enquist 33). Von 1910 bis 1940 stellte sich nahezu jedes Jahrzehnt gesicherte Verjüngung ein. Seit 1911 war nach jahrringchronologischen Analysen das Stärkewachstum über 50% höher als vorher (Mikola 52, 78). Die polare Waldgrenze scheint verjüngungsökologisch für mehrere Jahrhunderte gesichert.

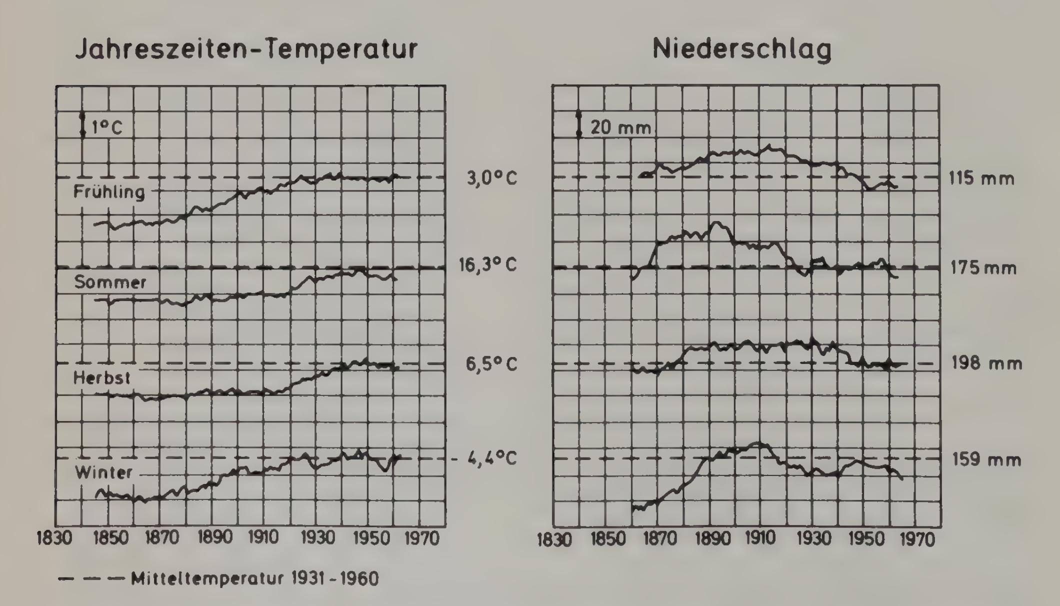


Abb. 24: Klimaschwankungen in Finnland während der letzten 100 Jahre (Heino 78). Die Jahresmitteltemperatur hat um 1,5 °C zugenommen, wobei weniger der Sommer als Winter und Frühjahr wärmer wurden. Niederschläge haben seit Beginn des 20. Jahrhunderts in allen Jahreszeiten zu-, in den letzten Jahrzehnten wieder abgenommen.

3. Alpine Baum- und Waldgrenze (Abb. 25, 26)

Bei einem Profil durch die Skanden von der Hardangervidda bis zum Nordkap sinkt die Schneegrenze von Jotunheimen (1600–1800 m) bis zum Polarkreis auf etwa 1000 bis 1200 m ab. Durch den Golfstromeinfluß wird erst bei Spitzbergen das Meeresniveau erreicht. Südlich Hammerfest, wo sich polare und subalpine Waldgrenze in Meeresniveau berühren, beginnt der zusammenhängende Birkenbuschwald-Gürtel, der mit 200–300 (500) m Mächtigkeit, etwa 300–600 m unterhalb der Schneegrenze, als typischer Fjellbirkenwald die oberste subalpine Waldstufe bildet, in Süd-Norwegen bis 700–900 m.

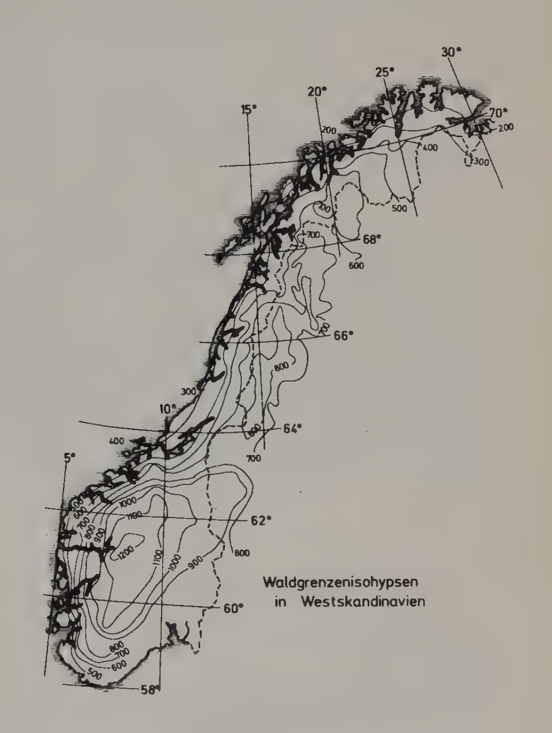


Abb. 25: Waldgrenzenisohypsen in Westskandinavien (nach Aas 64, aus Faegri 72, verändert).

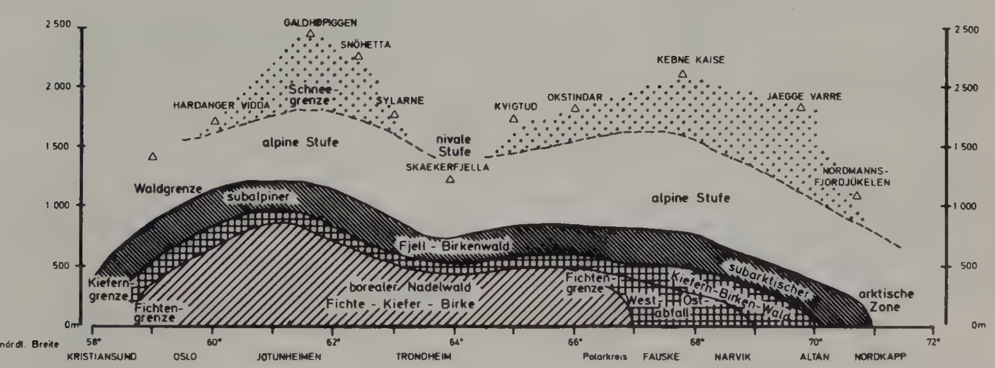


Abb. 26: Profil von Südnorwegen zum Nordkap/Nordnorwegen; Höhenlage der Gipfelflur, Verlauf der Schneegrenze mit auffallender Depression um Trondheim bei geringer Massenerhebung, Waldgrenze des Fjell-Birkenwaldes mit Ausbildung der subalpinen Höhenstufe und der subarktischen Zone, subalpine und subarktische Verbreitungsgrenze von Kiefer und Fichte (West- und Ostabfall der Skanden). Unterlagen nach Aas 64, Sömme 74).

Da an der alpinen Waldgrenze die höhenbedingte Temperaturabnahme relativ rasch vor sich geht, spielen kleinklimatische und edaphische Faktoren keine so extreme Rolle wie in den Alpen, so daß der natürliche Kampfgürtel relativ schmal ist. Die Kiefer erreicht beim Altafjord die maritime Grenze und steigt südlich des Polarkreises regelmäßig 50–100 (200) m höher als Fichte, die in Norwegen nur bis zum Polarkreis vorkommt. Ob bei der Fichte eine noch nicht abgeschlossene Einwanderung (Aufforstungsversuch Svartisen) oder ein anthropogenes Verlöschen weniger widerstandsfähiger Grenzvorkommen vorliegt, ist offen. Am Leeabfall der Skanden geht Fichte nahezu so weit nach Norden wie Kiefer. In Norwegen sinkt gegen Norden, thermisch bedingt, die Waldgrenze ziemlich kontinuierlich ab; Ausnahme geringe Massenerhebung im Raum Trondheim. Gleichzeitig hängt die Waldgrenze sehr schroff gegen die Küste ein, wie ein Waldgrenzen-Querprofil von Westen nach Osten (65° nördliche Breite) erkennen läßt (Faegri 72).

	Küstennähe	50–100 km	150 km (Schweden)
Birkenwald	400 m	750 m	bis 1000 m
Fichtenwald	250 m	500 m	600 m

Weder Temperatur (2–3°C höher), Massenerhebung, noch Schneehöhe können entscheidend sein. Nach Sund (n.p.) dürfte die Waldgrenzendepression im niederschlagsreichen, meernäheren Gebiet auf längere Schneedeckenandauer und stärkerem Windeinfluß zurückgehen; maritimer Klimacharakter, wie Vardö.

Alpine Waldgrenzendynamik: Klimaschwankungen verändern auch die subalpine Obergrenze (Nordhagen 56). Bei anhaltend günstigem Klima würde sich die gegenwärtige Fjellbirkenregion durch Unterwanderung in Nadelwald umwandeln. Gleichzeitig verschiebt auch die Birke ihr Areal nach oben. Eine von AAS (64) festgestellte geringe Hebung der Waldgrenze ist noch nicht überall deutlich erkennbar. Sie wird sich im Gegensatz zu flächigen Verschiebungen, an der polaren Grenze nur in Dekametern bewegen.

4. Alpine Tundra-Vegetation in Nord- und Südlappland

(Sjörs 65, Dahl 75)

Subalpiner Birkenwaldgürtel. Bis 750 m Nord-, 850 m Südlappland (bis 1050 m Hardangervidda; 1200 m Jotunheimen, relativ kontinental).

Tiefalpine Stufe bis 1050–1200 m (1500 m). Fehlen von Bäumen, kaum noch subalpine Arten. Holzige Zwergsträucher: Betula nana, Salix lapponum, Vaccinium myrtillus (Empetrum hermaphroditum, Phyllodoce coerulea).

Mittelalpine Stufe bis 1150–1350 m; artenarme Cassiope tetragone-Zwergstrauchheiden, teilweise durch Grasheiden ersetzt mit Juncus trifidus, Carex bigelowii, Luzula arcuata, Poa alpina, P. arctica, P. alpigena; an feuchten Solifluktionshängen Cassiope hypnoides, Salix herbacea.

Hochalpine Stufe über 1150–1350 m bis Schneegrenze; moos- und flechtenreiche Vegetation mit Ranunculus glacialis, Salix herbacea, Poa laxa ssp. flexuosa, P. alpina, P. arctica, Deschampsia alpina, Trisetum spicatum, Huperzia selago, Cardamine bellidifolia, Silene acaulis, Saxifraga foliosa.

5. Tundra-Ökosysteme (Wielgolaski 75)

In Kevo (Finnland), Abisko (Schweden) und auf der Hardangervidda (Norwegen) wurden Tundra-Ökosysteme (IBP) näher untersucht. Bei Kevo (69° 45′ N) herrschen an der subarktischen-subalpinen Übergangszone zur alpinen Zwergstrauchzone differenzierte Standortsbedingungen.

	Cladonio-Pinetum	Myrtillo-Betuletum	Arctostaphylo-Cetrarietum
Höhenlage m	90 m	130 m	330 m
Tiefe B-Horizont	24 cm	22 cm	17 cm
C/N (0–10 cm)	48	36	37
Wassergehalt (%)	10	15	18
Temperatursumme (°C)	595.0	569.0	436.6
Vegetationstage	115	115	100
Futtermasse g m^{-2}	392	754	375
Nettoproduktion g m^{-2}	75	125	70

C. Subarktischer – subalpiner Birkenwald

(Betuletum tortuosae, Abb. 27)

Standort: Der maritime Nordwesten (Südwestisland, Shetlandinsel, Faröer, Nordwestnorwegen) ist ziemlich wintermild (Januar 3–4°C, Juli 12–14°C) und niederschlagsreich (1000–2000 mm) bei Jahrestemperaturen von 4–7°C. In der kontinentaleren Subarktis dauert die Vegetationszeit nur 30–36 Tage bei Jahrestemperaturen von +2°C bis –2°C und sehr kalten Wintern (Januar –10/–15°C; Juli 14–16°C). Der Jahresniederschlag ist geringer (500–1000 mm). In der norwegischen Finnmarksvidda bei Masi (Altafjord) hat THANNHEISER (75) in der niederschlagsarmen (375 mm N) Moränenlandschaft den Komplex der offenen Bergbirken-Reinbestände (Betula tortuosa ssp. pubescens (intensivere Verzweigung, keine hängenden Äste) aufgenommen (Abb. 28), der windexponierte, schneearme Heidewälder bis nährstoffreiche, geschützt liegende Farn-Gras-Hainwaldtypen umfaßt.

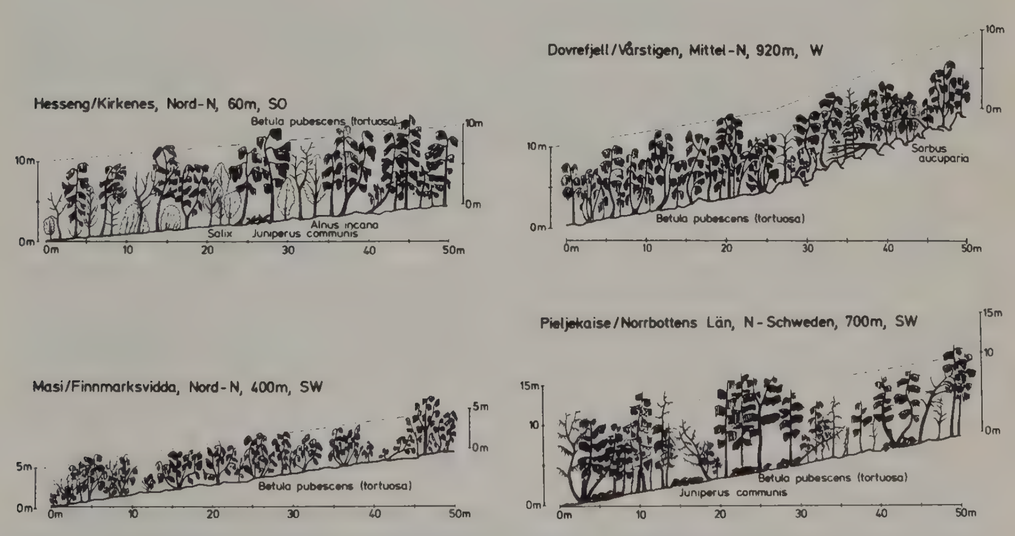


Abb. 27: Subarktischer und subalpiner Birkenwald. Verarmter subarktischer Hochstauden-Birkenwald mit Trollius am Eismeer nahe Kirkenes. Waldgrenzennaher subalpiner Empetrum-Heide-Birkenwald mit Vaccinium und Cladonia in der Finnmarksvidda. Subalpiner Hochstauden-Fjell-Birkenwald mit Nationalpark Peljekaise. Waldgrenzen-Fjell-Birkenwald mit Farnen (Geranium, Aconitum) am Unterhang, am blockigen Oberhang Empetrum-Vaccinium-Typ.

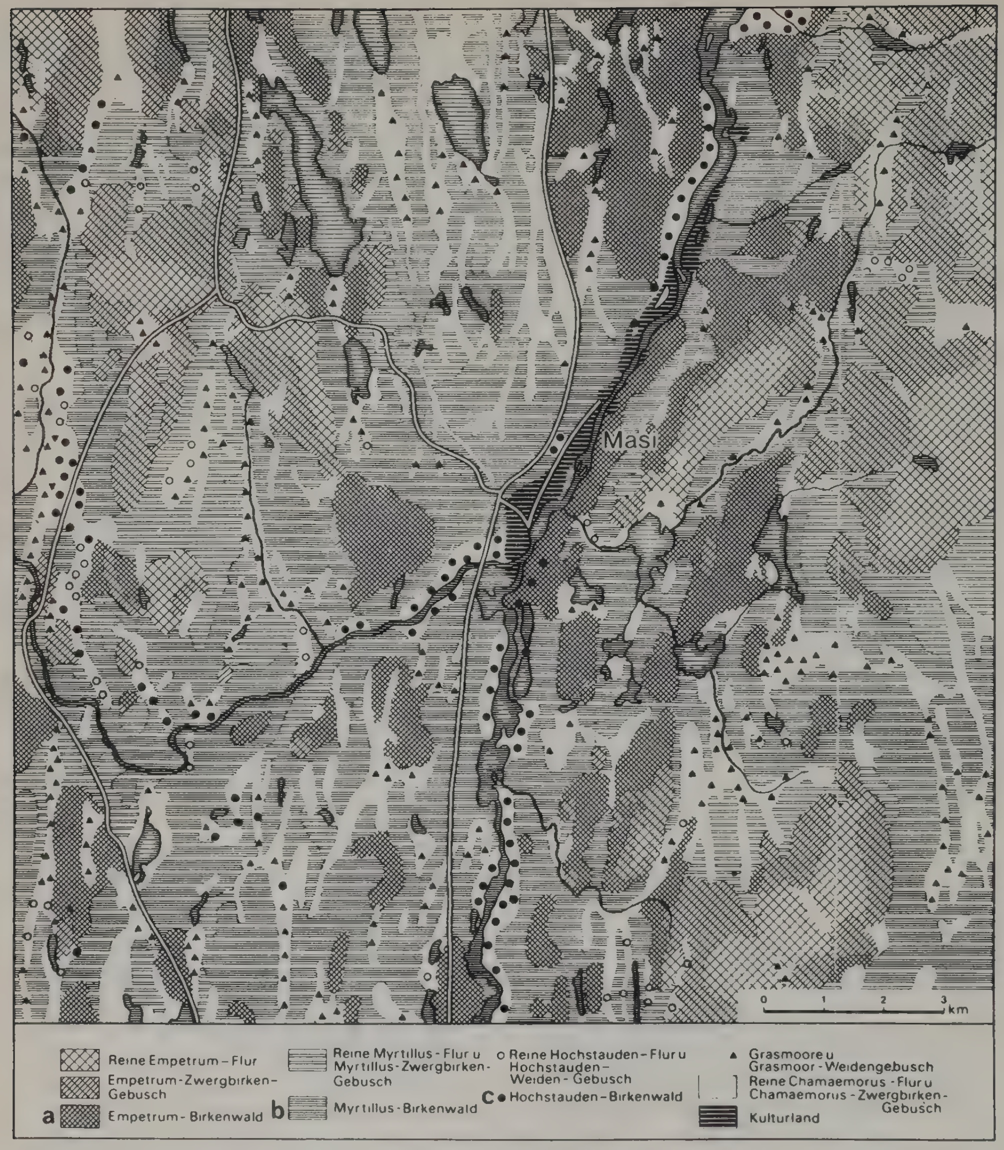
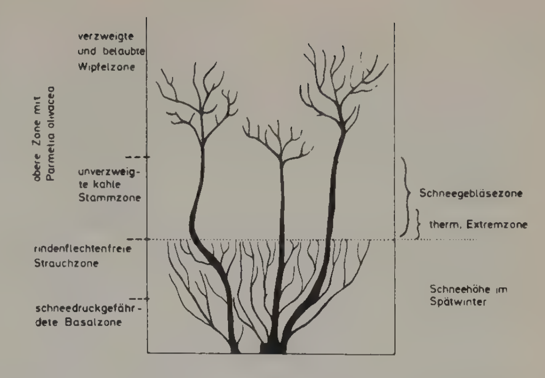


Abb. 28: Subarktischer Birkenwald in Masi, Finnmarksvidda/Nordnorwegen (nach THANNHEISER 75). Trotz einheitlicher Physiognomie bilden sich charakteristische Gesellschaftskomplexe, die durch fluvoglazialen Einfluß Nord-Süd-Richtung aufweisen. Den Birkenwald charakterisieren der Empetrum-, Myrtillus- und Hochstauden-Typ. Zwergbirken-Gebüsche und Empetrum-Heiden belegen den Übergang zur tiefsubalpinen Stufe.

1. Krähenbeer-Heide-Birkenwald (Empetro-Betuletum tortuosae)

In Hochlagen ersetzt der subalpine Fjell-Birkenwald das Bazzanio-Pinetum. Dieser dominierende Bergbirken-Buschwald stockt auf nährstoffarmen Rankern bis gering entwickelten Podsolen (300–460 m). Charakteristisch für die überwiegend an geschützten Stellen stehenden, offenen bis parkartigen Gebüschinseln (10–20 m, krüppelige Stockausschläge, 4–10 cm ∅, 3–4 m Höhe) sind kugelige Kronen durch häufige Ast- und Kronenbrüche. Durch stärkeren Windeinfluß ist die mittlere Schneelage gering, die Parmelia olivacea über der mittleren Schneehöhe anzeigt. **CA:**

Abb. 29: Wipfeltischbirke im oberen Bereich des subalpinen Birkenwaldes in Nordnorwegen (nach THANNHEISER 75). Nur bei Schneeschutz entwickelt sich eine normale Verzweigung, die in der Schneeschliffzone weitgehend fehlt. Sie setzt erst wieder in 0,5–0,8 m Höhe über der spätwinterlichen Schneedecke ein.



Empetrum hermaphroditum, Arctostaphylos alpina, Diapensia lapponica. **DA:** Juncus trifidus, Alectoria nigricans, A. ochroleuca, Cetraria crispa, C. cucullata, C. nivalis. Im typischen Vegetationsmosaik des bodenärmsten und trockensten Cladonia alpestris-Heidebirkenwaldes dominieren Zwergsträucher in der Umgebung der Birkenbüsche (Loiseleuria procumbens, Vaccinium uliginosum et vitis-idaea), auf den Zwischenflächen überwiegen graue Flechten.

Schneeschlifformen der Birken: In den schneearmen Waldgrenzen-Standorten des Birken-Buschwaldes bildet sich entlang der mittleren Schneedeckenhöhe durch das Eisgebläse eine deutliche Scherfläche aus. Unregelmäßig verteilt ragen aus der Abrasionsfläche der Gebüsche einzelne bis 0,5–1,0 m über der Scherfläche astlose Birkenstämmchen hervor, die sich erst über der intensiven Schneeschliffzone wieder verzweigen. Diese sog. Wipfeltischbirken (BLÜTHGEN 38), bei Windexponiertheit noch zusätzlich deformiert, spiegeln die mechanischen Zerstörungen durch den Schneeschliff wider, wobei es nur selten besonders widerstandsfähigen Trieben nach weniger extremen Wintern gelingt durchzuwachsen (Abb. 29; vgl. Alpen, HOLTMEIER 74).

Angrenzende alpine Stufe: Überlagert wird die Gesellschaft (über 470 m) von einem breiten Gürtel der 0,3–1,0 m hohen Zwergbirken-Heide (Empetro-Betuletum nanae), bei dem Betula tortuosa nur noch als windgeformter Spalierstrauch vorkommt und B. nana dominiert. Zu der höher gelegenen alpinen bzw. nördlichen subarktischen Zwergstrauchheide gehört die Flechtenheide (Empetro-Cetrarietum nivalis), die ungeschützt den klimatischen Extremen ausgesetzt ist. Von der flechtenreichen Vaccinium vitis-idaea-Gesellschaft (Cetraria nivalis) zur Einheit mit Loiseleuria procumbens, Diapensia lapponica nimmt die Windeinwirkung zu.

2. Heidelbeer-Heide-Birkenwald (Myrtillo-Betuletum)

Durch den günstigeren Standort mit einer mächtigeren, schützenden Schneedecke (Vaccinium myrtillus), nachhaltiger Feuchtigkeit (dichtere Krautschicht) und erhöhter Laubproduktion (deutlicher Bleicherdehorizont) treten neben dominierenden Buschinseln zunehmend Einzelbäume auf. In dem noch sehr flechtenreichen Myrtillus-Cladonia-Typ werden die Birken schon 4–6 m hoch – beim Myrtillus-Pleurozium-Typ belegen Gräser und spärliche Rentierflechten den mehr mesophilen Charakter. An zeitweilig überschwemmten Bachufern stockt der Myrtillus-Hylocomium-Typ mit schon geradschaftigeren Birken (5–7 m Höhe). Im ozeanischen Westen Myrtillus-Cornus-Typ mit Betula nana, Cornus suecica, Trientalis europaea.

3. Hochstauden-Birken-Hainwald (Geranio sylvatici-Betuletum)

An geschützten Unterhängen mit nachhaltiger Feuchtigkeitsversorgung und als Galerie-Hainwald entlang größerer Flüsse entwickeln sich vor allem im ozeanischen Bereich ziemlich hohe (6–8/10 m), starke (bis 20–30 cm Ø) und auch geradschaftige Wiesen-Birkenwälder. Dichte Strauch- und Krautschicht: Salix phylicifolia, S. lanata, Trollius europaeus, Saussurea alpina, Bartsia alpina. Moosschicht gering entwickelt: Lophozia lycopodioides. Ausbildungen mit Aspe, Grauerle und Vogelbeere.

4. Moltebeeren-Birkenwald (Chamaemoro-Betuletum)

In Nordskandinavien und auf der Kola-Halbinsel verbreitete buschreiche Randgesellschaft an Palsenmooren auf dünner Moorauflage und entlang versumpfter Bachufer; geringwüchsige Einzelbäume (4–5 m). **CA.:** Rubus chamaemorus, Empetrum hermaphroditum, Vaccinium uliginosum, Dicranum fuscescens.

5. Subarktischer Birkenwald in Island (Hesmer 61, Zumer 63)

Von der natürlichen Bestockung sind nur 100000 ha (Bewaldungsprozent 1) Birkenwald und Birkengebüsch im Norden und Osten übrig geblieben; Baumgrenze in Südisland bis 300–500 m. Nach Ari dem Weisen war zur Zeit der Landnahme (870–930 n. Chr.) Island in Tieflagen weitgehend bewaldet. Nur Betula pubescens et tortuosa bauen in dem maritimen Klima 4–6 (12) m hohe Bestände (Sorbus aucuparia, Populus tremula) wie in der west-norwegischen Tundra auf. Nadelbäume fehlen. Nach Anbauversuchen können standortsangepaßte Ökotypen von Larix sibirica, Pinus contorta und Picea sitchensis an geschützten Kleinstandorten wachsen (50jährig, 6–8 m). Pinus sylvestris wird durch Chermes pini stark geschädigt. Isolierte Lage und schwierige Einwanderungsbedingungen erklären die Artenarmut. Durch intensive Weidewirtschaft (770000 Schafe) müssen alle Waldflächen gezäunt werden.

6. Ökosystem subarktischer Birkenwald

Durch die spärliche Besiedlung scheint der anthropogene Einfluß geringer als in subalpinen Hochlagen der Alpen. Seit 200 Jahren ist eine ziemlich konstante Vegetationsverteilung nachgewiesen. Dies spricht für die Stabilität des Ökosystems (Dahl 74). Geringe Schwankungen der Arealgrenze von Birke und Kiefer gehen auf Klimaänderungen zurück (Nordhagen 56). Die gesamte Primärproduktion liegt bei 7–8 t/ha im südlichen, bei 9–12 t/ha im nördlichen Fennoskandien. Verschiedene flächenhafte Gefährdungen sind besorgniserregend.

a) Auswirkungen der Rentier-Weidewirtschaft

Um 100 m und mehr wurde die Waldgrenze gesenkt. Flechten (Cladonia alpestris et rangiferina) werden im Herbst und Frühjahr beim Durchzug von den Winter- zu den Sommerweiden und umgekehrt abgeäst. Die Regeneration einer 10 cm hohen Cladonia alpestris-Schicht dauert etwa 25–30 Jahre. Durch steigende Fleischpreise haben die Herden erheblich zugenommen. Domestizierte Rentiere benötigen in Finnland jährlich Birkenäsung von 425 kg Trockensubstanz sowie Flechten. Der Gesamtverlust an Birkenblattmasse beträgt etwa 15% der verbleibenden. Extremer Trittschaden entsteht in Trockenperioden (Frühherbst), wenn die Rentiere nach bevorzugter Pilzaufnahme (Boletus scaber et rufus) ruhelos umher streifen. Nach Zerstörung der dürren Cladonia-Polster treten Cetraria- und Stereocaulon-Arten an ihre Stelle, die als Winterfutter bedeutungslos sind. Im Winter entsteht dadurch ein Äsungsengpaß, da praktisch nur Flechten in Frage kommen. Bei Übervermehrung wird die Futterbasis vernichtet, so daß Rentierpopulationen zusammenbrechen. Auf der Hardangervidda ist deshalb die Individuenzahl von 32000 im Jahre 1960 auf 10000 im Jahre 1970 zurückgegangen; naturnaher Bestand 1930 rund 1500 Tiere (Gaare-Skogland 75).

b) Oporina-Katastrophe im Birkenwald (Kallio-Lehtonen 75, Dahl 75, Seppälä-Rastas 80)

Subarktische Ökosysteme sind labiler als in gemäßigten Zonen durch die sehr sensible Reaktion von Waldgrenzen-Biotopen auf Umweltveränderungen und durch die größere Variabilität von Tierpopulationen. Der 60–180 km breite Birkenwaldgürtel Nordfinnlands zwischen Tundra und

Nadelwaldzone wurde im letzten Jahrhundert alle 9–10 Jahre, z. B. 1927, 1955, 1965 von einem katastrophalen Auftreten der Schmetterlingsmotte (Oporina autumnata) heimgesucht. 1965–66 wurde in der Umgebung von Utsjoki etwa die Hälfte des Birkenwaldes (1350 km^2) durch Raupenkahlfraß der Blätter vernichtet. Die Gradation 1972–73 erweiterte die früheren Kahlflächen erheblich, so daß auf 1000 km^2 eine baumlose Tundra entstand, eine grundlegende Veränderung des lappländischen Landschaftsbildes. Auf 50% der Befallsfläche ist keine Naturverjüngung und nur wenig Stockausschlag durch verstärkte Rentierschäden zu erwarten. Besser nährstoffversorgte Tieflagenstandorte und vor allem tiefe, windgeschützte Täler mit Kaltluftseen (52 Nächte mit –30°C) blieben unversehrt durch Erfrieren der Schmetterlingseier im Gegensatz zu Hangstandorten außerhalb der Inversionszone (nur 5 Nächte mit –30°C). Bei trockeneren Heidewaldtypen und anthropogen beeinflußten Beständen dauert die Wiederbewaldung sehr lange. Die Regeneration von Betula tortuosa verläuft unterschiedlich (VAARAMA-VALANNE 73). Buschige, vielstämmige Individuen haben eine gute Stockausschlagfähigkeit, dagegen gradschaftige, einstämmige Birken eine schlechtere. Durch den Oporina-Befall werden selektiv die wüchsigeren Individuen benachteiligt. Während frühere Oporina-Gradationen auf das hochstämmige und geschlossenere Birkenwaldgebiet beschränkt blieben, wurde 1966 auch das Birkenbuschwaldgebiet erfaßt.

c) Sonstige Beeinflussung

Populationsschwankungen von Kleinnagetieren: Bei Überpopulation (Lemming) werden alle frischen Moostriebe von Pleurozium, auch Triebe von Salix herbacea abgefressen.

Feuerzyklus: Wenn auch in Birkenwäldern und subalpinen Heidewäldern nur schwer Brände ausbrechen, so fängt doch die trockene Cladonia alpestris-Heide gelegentlich Feuer.

Direkter anthropogener Einfluß (KALLIOLA 61, HUSTICH et al. 61): Die Brennholz- und Bauholzgewinnung durch die nomadisierenden Lappen war früher unbedeutend. Durch die gegenwärtig übergroßen Herden nahm der Holzbedarf sehr stark zu (Hürden, Zäune, Wege, Unterkünfte). Ferner Weideschäden durch Weidevieh und Rodungen in Tieflagen für die Saeterwirtschaft. Touristen-Trampelpfade erhöhen in Flechtenböden die Erosionsgefährdung. Die erhebliche Zunahme des sauren Niederschlages (von den Britischen Inseln) ist in Südnorwegen schon nachweisbar.

D. Borealer fennoskandischer Nadelwald

1. Vergesellschaftung von Kiefer, Fichte und Birke

Den Ausläufer der nordrussischen Taiga kennzeichnet **Baumartenarmut.** Kiefer, Fichte oder Birke dominieren lokal bis regional ausgeprägt, da andere Baumarten selten hervortreten. Typisch ist aber eine oft großflächige Mischungsvielfalt der drei Baumarten, die unterschiedliche Faktoren verursachen.

Geomorphologische Voraussetzungen: Analoge subalpine Nadelwälder Mitteleuropas sind auf eine schmale Höhenstufe von 400 (800) m Mächtigkeit beschränkt, so daß die Differenzierung durch Klima, Boden und Dynamik weniger auffällt als in der borealen Nadelwaldzone von 1500 km Längenerstreckung bei geringen Höhenunterschieden 0–400 (600) m. Dadurch entsteht eine ausgeprägtere Feindifferenzierung der borealen Nadelwälder in Untergesellschaften, Ausbildungen, Varianten und Fazies, die in den Alpen fehlt. Die unterschiedliche, soziologisch-ökologische Ausgangslage verursacht im Norden vielfältigere Mischungsformen.

Arealsituation der Baumarten (Abb. 20): Bis auf westliche und nördliche Randgebiete kommen Birke, Kiefer und Fichte im gesamten borealen Wald vor. An Arealgrenzen entstehen lokalklimatische charakteristische Entmischungen, so daß Birke, Kiefer und Fichte an der westlichen und nördlichen Waldgrenze unterschiedlich konkurrenzkräftig sind. Im ökologischen Optimum

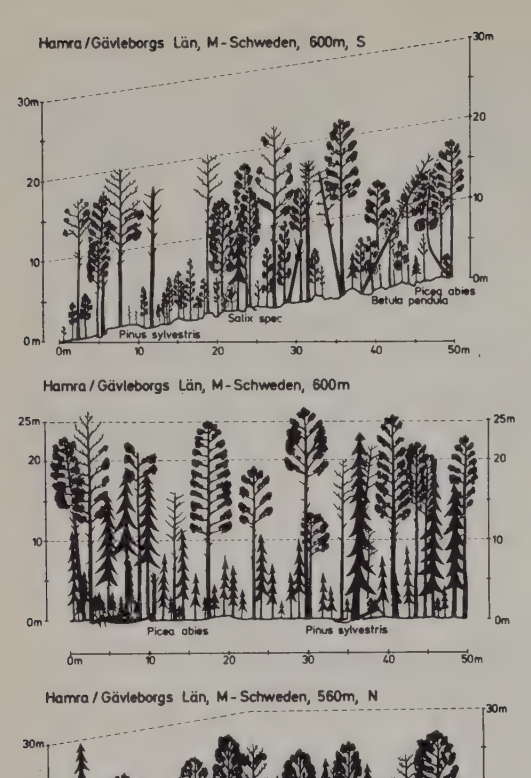


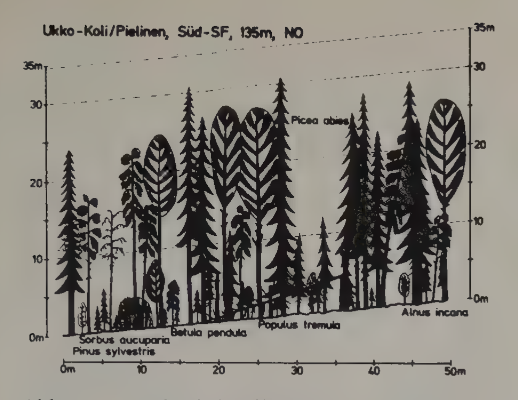
Abb. 30: Naturwaldreservat Hamra/Gävle-Borgslän. Seit dem Waldbrand von 1690 hat sich die kleine Insel bewaldet. Die Entwicklung zum Schlußwald ist unterschiedlich weit fortgeschritten; am schwach ausgeprägten Südhang stockt ein Empetrum-Vaccinium-Kiefernwald, in den die Fichte einzudringen beginnt. Der ebene Rücken trägt einen Vaccinium myrtillus-Fichten-Kiefern-Übergangsbestand, wobei sich durch den Fichten-Nebenbestand die Kiefer nicht mehr verjüngen kann. An der Nordseite ist die Fichte schon reichlich in der Mittelschicht und vereinzelt in der Oberschicht vertreten. Die Ablösung der Kiefer schreitet rasch voran (MT).

zeichnen sich verschiedene Schwerpunkte ab, für Birke die nordskandinavischen Tieflagen und die Fjellstandorte bis zur Waldgrenze, für Fichte die süd- und mittelnorwegischen Gebirge, Berg- und Hügellagen in Mittelschweden und Finnland, schließlich für Kiefer glaziale Extremstandorte in Norwegen (Gletscherschliffe), Schweden, Lappland und in Schottland (Sandgebiete).

Edaphische Differenzierung (Abb. 30): Der lokale Standortskomplex beeinflußt die Bestandesmischung ausgeprägt: Birkendominanz in Hochmooren, auf Rohböden, Sandstandorten. Kiefer ebenfalls häufiger auf Hochmooren, Sand, kiesiger Moräne, trockenen Blockstandorten, Gletscherschliffen. Fichte dagegen auf Flachmooren, frischeren bis feuchten, lehmigen Böden, feuchteren Blockstandorten. Auf mittleren, tiefgründigen, sandig-lehmigen Böden gedeihen alle drei Baumarten ausgezeichnet, so daß der waldbauliche Charakter über das Auftreten entscheidet.

Standortsfaktoren (Abb. 31): Pionierstandorte fördern Kiefer und Birke, ebenso Bodentrockenheit und Nährstoffarmut, während mit zunehmender Bodenfruchtbarkeit und frischerem Wasserhaushalt die Fichte konkurrenzkräftiger wird. Bei Kiefer und Birke ist ein doppeltes Verbreitungsmaximum gegeben, da sie sowohl auf trockeneren Kuppen, als auch auf nassen Mooren auftreten, während für Fichte, obwohl noch in Anmoor-Bruchwäldern vorkommend, die standörtliche Mittelstellung als Klimaxbaumart typisch ist.

Waldbaulicher Charakter der Baumart: Im borealen Nadelwaldgebiet sind Birke und Kiefer Pionierbaumarten, Fichte ist eine Schlußwald-Baumart. Bei natürlicher Entwicklung werden



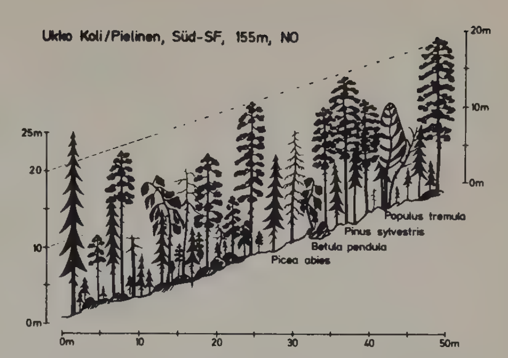


Abb. 31: Standörtlich differenzierte Entwicklung von Kiefer und Fichte (Koli-Höhen). Auf dem Blockstandort geht die Besiedelung des Standortes langsam in der Kiefern-Pionierphase mit Birke und Aspe. Am bodenfrischen Unterhang hat sich in der gleichen Zeit (etwa 100–120 Jahre) eine fichtenreiche Übergangsphase mit wüchsiger Aspe und ausfallenden Kiefern entwickelt.

deshalb auf Schlußwaldstandorten die Bestände fichtenreich bis fichtenrein. Da die oft großflächigen, nach Alter und Struktur einheitlichen Bestände im Alter anfällig gegen Katastrophen durch Feuer, Blitzschlag, Schnee und Sturm werden, bauen nach dem Zerfall der Klimaxbestände Kiefer und auch Birke die initialen Pionierbestände auf, die sich wieder mit Fichte auffüllen (Abb. 30). Da die Sukzession bis zum Schlußwald auf trockeneren Standorten sehr langsam fortschreitet (300–600 Jahre und mehr) und auf feuchteren Standorten kürzer (200–300 Jahre) dauert, können sehr unterschiedliche Mischungen mit differenzierter Eigendynamik bei geringen Standortsunterschieden nebeneinander auftreten. Die Vegetationsdynamik ist geringer als in den Alpen (Du Rietz 24).

Anthropogener Einfluß (Tamm 76). In Südskandinavien dauert längs der Küste schon über 1000–2000 Jahre ein starker anthropogener Einfluß. Mittelskandinavische Wälder wurden seit dem Mittelalter (Schwedische Bergwerke) intensiver genutzt. In Lappland wird seit 200–300 Jahren mit zunehmender Intensität Forstwirtschaft betrieben: Kahlschlag, Schlagbrennen (Brandfeldbau), Waldbrand, Jagd, Weide. Dadurch wurden ähnlich wie bei natürlichen Katastrophen Birke und Kiefer im Vergleich zur Fichte begünstigt. Deshalb weisen oft nur unberührte Wälder reine Fichtenbestände auf (Arnborg 43). Seit Anfang des Jahrhunderts erhöhte sich durch eine nachhaltige Forstwirtschaft der Fichtenanteil unter Rückgang von Birke und Kiefer durch gezielte Aufforstung und Rückgang der Waldbrände. Insgesamt ist der anthropogene Einfluß geringer als im Alpenraum (Du Rietz 24).

Zusammenfassung: Bei natürlichem Waldgefüge und ohne den wechselnd starken anthropogenen Einfluß wären die borealen Nadelwälder einförmiger als heute aufgebaut. Vielfältige Faktoren rufen so vielfältige, zufällige, vorübergehende und dauernde Mischungen hervor, daß nur eine eingehende soziologisch-ökologische Analyse die natürlichen Waldgesellschaften sicher ansprechen kann, speziell die Baumartenkombination.

2. Finnische Waldtypen (Cajander 09, 43; Abb. 32)

Zum gleichen Waldtyp rechnet Cajander alle Wälder, deren Vegetation sich unabhängig von der überschirmenden Baumart im angehenden Haubarkeitsalter und bei annähernd geschlossenem Bestand durch gemeinsame Artenzusammensetzung der Bodenvegetation und analogen ökologisch-biologischen Charakter auszeichnet. Die Waldtypen kennzeichnen reichliche (dominante) und immer (stet) auftretende Arten, weniger reichliche, aber noch häufigere Arten, speziell charakteristische Arten und das Fehlen bestimmter Arten. Besonders aufschlußreich ist das gesamte Vegetationsgefüge. Nach einer charakteristischen Pflanzenart wird der Waldtyp benannt;

Vegetationsgefüge der wichtigsten Finnischen Waldtypen (CAJANDER 1943)	Südfinnland						Nordfinnland						Finnland	
	HAINE	Frische moosreiche Wälder		Heidewälder			HAINE	Frische moosreiche Wälder		Heidewälder			MOORE	
		OMT	MT	VT	CT	ClT		MT	HMT	EVT	EMT	ErClT	Bruch-	Reiser
Flächenanteil %	1	6	40	30	7	X	1	4	10	15	25	20	10	6
Edle Baumarten	gering	spärlich											spärlich	
Fichte	gering	reichlich	mittel	gering	spärlich		reichlich	mittel	reichlich	gering	spärlich		reichlich	•
Kiefer	•	spärlich	gering	mittel	reichlich	vorherrschend		•		reichlich	vorherrschend	reichlich	•	reichlich
Sandbirke	spärlich	•	•	•	•		•	spärlich	spärlich	•	•	spärlich	spärlich	•
Eberesche - Wacholder				gering			mittel	gering	gering	spärlich	gering	•		
Krüppelbirke						spärlich	•			spärlich	spärlich	•		
Sträucher	mittel	gering	•				spärlich						•	
Kräuter - Gräser	vorherrschend	mittel	gering	spärlich	•	•	mittel	spärlich	spärlich	•	•	•	spärlich	•
" davon anspruchsvoll	vorherrschend	gering	•				gering	•					•	
" davon anspruchslos		•	spärlich	spärlich	•	•	•	•	spärlich	•	•	•	•	•
Zwergsträucher	•	mittel	mittel	reichlich	reichlich	mittel	mittel	reichlich	reichlich	reichlich	reichlich	mittel	mittel	vorherrschend
Heidelbeere	spärlich	mittel	reichlich	gering	gering	gering	mittel	vorherrschend	vorherrschend	mittel	vorherrschend	mittel	reichlich	gering
Preiselbeere	•	gering	mittel	vorherrschend	gering	gering	gering	gering	mittel	vorherrschend	reichlich	mittel		spärlich
Heidekraut			•	gering	vorherrschend	mittel					spärlich	mittel		mittel
Krähenbeere								spärlich	gering	mittel	reichlich	reichlich		spärlich
Sumpfporst - Moosbeere								•	•	spärlich	mittel	gering		mittel
Moose	spärlich	reichlich	reichlich	mittel	mittel	spärlich	mittel	reichlich	vorherrschend	mittel	mittel	gering	mittel	reichlich
" anspruchsvoll	spärlich	gering					spärlich						•	
" mittlere Ansprüche		spärlich	reichlich	mittel			gering	mittel	mittel	spärlich	spärlich	•	mittel	spärlich
" anspruchslos			•	spärlich	mittel	spärlich		spärlich	gering	mittel	mittel	mittel	gering	reichlich
Flechten			•	gering	mittel	vorherrschend	•	spärlich	gering	mittel	reichlich	vorherrschend	•	mittel
" geringe Ansprüche			•	gering	gering	mittel		spärlich	gering	gering	mittel	mittel	•	•
" geringste Ansprüche					spärlich	mittel				spärlich	gering	vorherrschend		mittel

Verbreitungshäufigkeit: vorherrschend reichlich mittel gering spärlich sporadisch fehlend

Abb. 32: Vegetationsgefüge der wichtigsten Waldtypen Süd- und Nordfinnlands (CAJANDER 43).

z.B. MT, Myrtillus-Typ, Heidelbeere. Die finnischen Waldtypen sind unabhängig von der überschirmenden Baumart (Fichte, Kiefer, Birke) nach Dominanten benannte Bodenvegetationstypen. Der Zweck der Waldtypen ist die Waldstandortsklassifizierung auf eine objektive und natürliche Grundlage zu stellen. Nach Anspruch bzw. Anspruchslosigkeit der Vegetation, relativen Anteil von Flechten, Moosen, Kräutern und dem ökologisch-biologischen Charakter bilden sich Gruppen.

a) Hygrophile Hainwälder

Allgemeiner Charakter der Vegetation mehr oder weniger hygrophil, Flechten ohne Bedeutung. Moosvegetation im allgemeinen spärlich, aber artenreich. Reiser fehlen weitgehend. Gräser und Kräuter reichlich, viel dünnblättrige Arten. Sträucher häufig. Waldbildend edle Baumarten (Quercus, Alnus, Betula; Fichte). Geranium-Typ, Geranium-Dryopteris-Typ, Oxalis-Majanthemum-Typ (OMaT) häufiger Hainwaldtyp Süd-Finnlands; Filices-Typ Süden; Sanicula-Typ, Ålands-Inseln; Aconitum-Typ, Ladoga-Karelien.

b) Mesophile frische moosreiche Wälder

Allgemeiner Charakter der Vegetation mehr oder minder mesophil. Charakteristisch reichlicher Moosteppich (Hylocomium-, Dicranum-Arten). Bedeutung der Flechten gering. Kräuter und Gräser mäßig vorhanden, aber bedeutend reichlicher als in Heidewäldern. Reiservegetation ziemlich häufig, meist Heidelbeere. Waldbildend treten alle anspruchsvolleren Baumarten (Fichte, Birke, Kiefer) auf, Edelbäume nur in bodenfrischeren Typen, desgleichen anspruchsvollere Sträucher. Rohhumusschicht gut entwickelt. Hylocomium-Myrtillus-Typ (HMT) in Nord-Finnland; Myrtillus-Typ (MT) am häufigsten in der Südhälfte Finnlands; Oxalis-Myrtillus-Typ (OMT) hauptsächlich in der südlichen Hälfte Finnlands; ebenso Pyrola-Typ (PYT).

c) Xerophile Heidewälder

Hauptcharakter der Vegetation mehr oder weniger xerophil. Flechtenvegetation immer vorhanden, auf den trockensten Standorten als zusammenhängender Teppich. Moosvegetation nahezu im umgekehrten Verhältnis zur Flechtenvegetation. Kräuter und Gräser spärlich. Reiser meist reichlich, deutlich xerophil. Sträucher sehr spärlich (Wacholder, Weide). Waldbildend im allgemeinen nur Kiefer, selten eine andere Baumart. Die Humusschicht ist dünn. Cladonia-Typ (ClT) hauptsächlich in Nord-Finnland, ebenso Myrtillus-Cladonia-Typ (MClT); Calluna-Typ (CT) am häufigsten in der Südhälfte Finnlands; Empetrum-Vaccinium-Typ (EVT) Nord-Finnland, ebenso Empetrum-Myrtillus-Typ (EMT); Vaccinium vitis-idaea-Typ (VT) in Süd-Finnland am häufigsten.

Verbreitung der Waldtypen: Im Süden Dominanz von Hainwäldern (MT und VT mit fast 80%), im Norden der Heidewälder (EMT, ErClT, EVT 55%) charakterisiert durch Empetrum hermaphroditum und Ledum palustre. Nach Standort, Vegetationsgefüge und Baumartenkombination sind südfinnische Waldtypen wesentlich produktionskräftiger.

d) Ökologischer Charakter der Waldtypen (Tab. 2)

Zusammenhänge zwischen Waldtypen und Standortseigenschaften sind eng. Gefäßpflanzen sind in mittelalten Beständen Süd-Finnlands in leistungsfähigeren Typen wesentlich zahlreicher. Engere Beziehungen bestehen zwischen Ertragsfähigkeit der Waldtypen und Bodeneigenschaften (Aaltonen 49). Besonders wuchsfördernd sind höhere Stickstoff- ($r = 0{,}736$) und Kalkgehalte ($r = 0{,}612$). Heidewälder sind wesentlich bodensaurer als Hainwaldtypen. Die Menge des assimilierbaren Stickstoffes ist umso reichlicher, je leistungsfähiger der Waldtyp ist. Das Wuchs-

Tab. 2: Waldtyp, Standorteigenschaften und Wuchsleistung der Kiefer. Der spezifische ökologisch-biologische Charakter jedes Waldtyps tritt deutlich hervor (CAJANDER 43).

Waldtyp	OMaT	OMT	MT	VT	CT	ClT
Anzahl Gefäßpflanzen	107	105	86	58	28	9
Nährelementversorgung						
kg/ar N	4,8	3,3	2,4	1,7	1,5	0,8
P	0,3	0,5	0,9	1,5	1,1	1,5
CaO	1,8	1,5	1,3	1,0	0,7	0,5
Gesamtstickstoff des Humus in %	2,80	2,23	1,80	1,67	1,50	–
Bodenazidität pH	(5,0)	5,2	4,8	4,6	4,2	3,6
mikroskopische Pilze	381	315	314	223	158	–
nitrifizierende/denitrif. Bakterien	10	2	0,1	0,02	–	–
Oberhöhe (m) Kiefer 100jährig	–	–	28	24	19	–
Mitteldurchmesser (cm)	–	–	27	22	15	–
Bestandesvorrat (Vfm)	–	535	472	351	222	114
Bäume über 28 cm ∅	–	319	248	130	6	–
Laufender jährlicher Zuwachs in % (75-j.)	(185)	115	100	83	52	27

potential der Waldstandorte Südfinnlands hängt entscheidend vom Kalk- und Stickstoffgehalt des Bodens ab. Die biologische Bodenaktivität (mikroskopische Pilze, aerobe und anaerobe Bakterien) ist in leistungsfähigen Waldtypen größer. Nitrifizierende Bakterien überwiegen in wüchsigen und denitrifizierende Bakterien dominieren in geringen Waldtypen.

e) Waldtyp und Bonität

Zwei unabhängig voneinander durchgeführte ertragskundliche Untersuchungen in Süd- und Nordfinnland erwiesen die Brauchbarkeit der Waldtypen für die Standorts-Bonitierung. Die Waldtypen charakterisieren Standort gleicher Wüchsigkeit (LÖNNROTH 25, Abb. 33, 34). Forsteinrichtung und Waldbesteuerung richten sich in Finnland nach den bei der Reichswaldtaxation aufgenommenen Waldtypen.

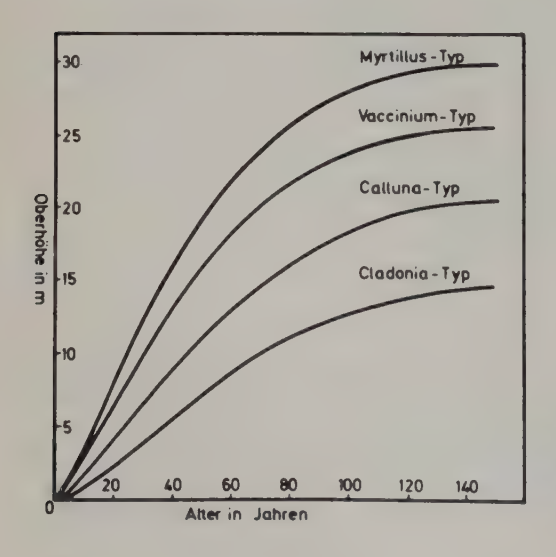


Abb. 33: Oberhöhe der Kiefer (LÖNNROTH 25) im Myrtillus-, Vaccinium- und Calluna-Typ Südfinnlands, ähnliche Relationen bei Durchmesser- und Holzvorratsentwicklung; annäherndes Höhenwachstum im Cladonia-Typ.

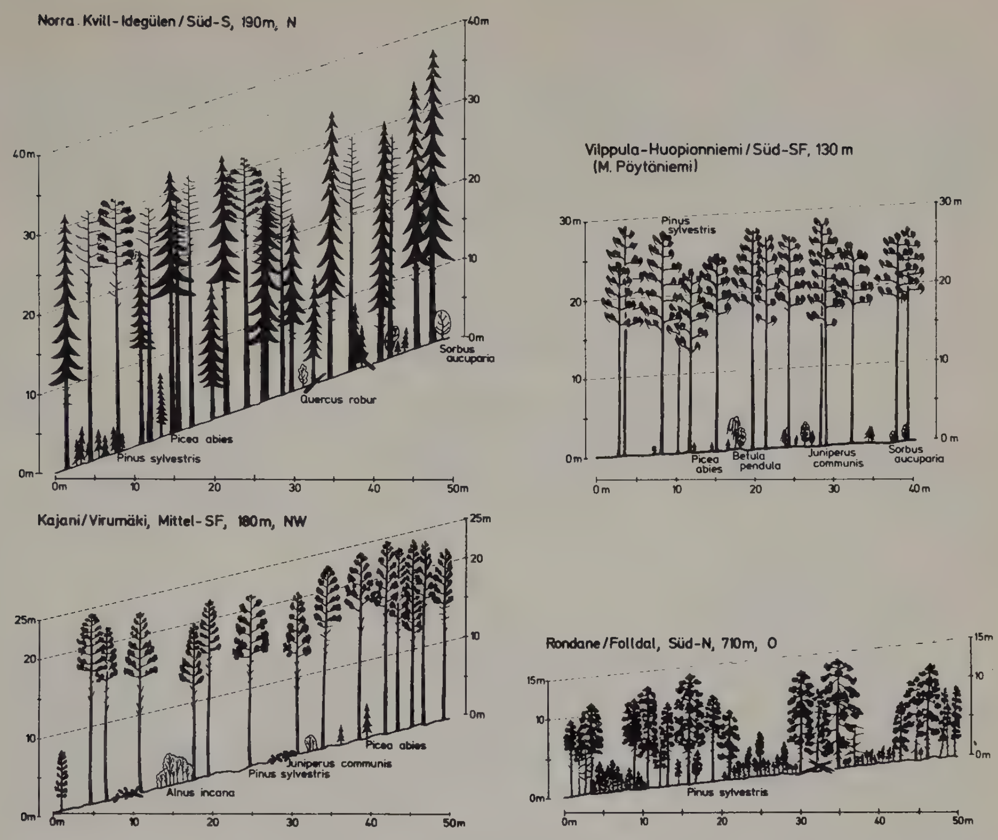


Abb. 34: Wuchsleistungsunterschiede nordischer Nadelwälder (vgl. LÖNNROTH 25). Spitzenbonität im Hain-Fichtenwald; Melico-Piceetum, OMa-T. (Norra Kvill). Mittelwüchsiger Vaccinium-Kiefernwald, Vaccinio-Pinetum (Vilppula). Schmalkroniger Empetrum-Calluna-Kiefernwald mäßiger Wuchsleistung (Kajani). Sehr geringwüchsiger Flechten-Kiefernwald (Rondane); Cladonio-Pinetum.

f) Baumartengefüge – Waldtyp – Waldgesellschaft

Die Gruppen zeigen trotz der unabhängig von der überschirmenden Baumart angesprochenen Waldtypen standortsspezifische Baumartenkombinationen. Die Haine können als feuchte, standortsbessere, artenreiche (sarmatische) Laubmischwälder mit Fichten angesprochen werden. Bei den bodenfrischen moosreichen Wäldern dominieren sehr fichtenreiche Bestände (Piceetum) mit wechselndem Anteil von Kiefern und Birke. Für die trockenen, kiefernreichen Zwergstrauch-Heidewälder (Pinetum) ist ein geringer Fichtenanteil typisch, der beim Flechtentyp fehlt. Birkenwald an Extremstandorten. ILVESSALO (23) hat in Südfinnland den Baumartenanteil auf 467 Probeflächen erhoben.

Waldtypen	Oxalis-Maianthemum-Typ	Oxalis-Myrtillus-Typ	Myrtillus-Typ	Vaccinium-Typ	Calluna-Typ	Cladonia-Typ
Kiefer	3	13	49	94	100	100
Fichte	8	43	21	--	--	--
Laubbäume (Birke)	89	44	30	6	--	--

3. Schwedische Waldtypen

Trotz abweichender Methodik (Arnborg 43, Rubner – Reinhold 53) analoge Waldtypenklassifikation. In Nordschweden sind die Waldtypengruppen primär nach dem Nährstoffangebot differenziert: Kräuterserie (sehr gut), Zwergstrauch-Kräuter-Serie (gut), Zwergstrauch-Farn-Serie (mittel), Zwergstrauch-Serie (gering). Die Untergliederung der Waldtypengruppen erfolgt nach dem Wasserhaushalt (trocken, frisch, feucht, naß). Analoge Differenzierung in trockene Kiefern-Heidewälder und in frischere, moosreiche Fichtenwälder.

4. Fennoskandische Nadelwälder (Kielland-Lund 71)

Die Eingliederung der skandinavischen Waldvegetation in das pflanzensoziologische System wurde 1970 von Lindgren, Lundmark, Sjögren, Sjörs und Kalela durchgeführt. Kielland-Lund (71) faßte das Ergebnis zusammen; viele ökologische Fragen noch offen (Rosswall 71). Arealgeographisch besteht ein doppeltes Vegetationsgefälle in den weitverbreiteten Waldgesellschaften.

a) Ost-West-Differenzierung

Westliche-ozeanische Ausbildung im niederschlagsreichen, wintermilden Gebiet von Norwegen. Charakteristische Merkmale: weitestes Vordringen von Birke (Kiefer), moosreiche Gesellschaften mit stärker hervortretenden feuchtigkeitsbedürftigen Charakterarten (Lophozia lycopodioides, Listera cordata) und ozeanische Kennarten (Hypericum pulchrum, Galium harcynicum).

Östliche-kontinentale Ausbildung (Schweden, Finnland) im niederschlagsärmeren, winterkälteren Gebiet. Charakteristik: Starke Dominanz von Fichte, moosärmere Gesellschaften auf durchschnittlichen Standorten mit geringeren Feuchtigkeitsansprüchen, Fehlen von ozeanischen Arten, Hervortreten kontinentaler Kennarten (Ledum palustre).

b) Nord-Süd-Differenzierung

Nördlicher Nadelwald (Abb. 35): Der Waldgesellschaftskomplex ist wesentlich uniformer. Bei extremerem Lebensraum gewinnen Flechten-Heiden und Sphagnum- sowie Zwergbirken-Hochmoore an Fläche. Im Vergleich zum räumlich begrenzten Fichtenvorkommen auf den besten Standorten dominieren Kiefern-Heidewälder, auch Kiefern-Reisermoorwälder weiter verbreitet. In allen Gebirgen mit Nadelwäldern treten häufig Hain- oder Heide-Birkenwälder auf.

Zentrale, boreale Ausbildung (Abb. 36) mit subarktischen Einstrahlungen; starkes Hervortreten von Ericaceen Empetrum hermaphroditum, Ledum palustre, Phyllodoce coerulea, Betula nana, höherer Mooranteil, geringere Wüchsigkeit der Waldtypen mit teilweise schmalkronigen Nadelbäumen, größerer Mischungsanteil der Birke nur bei Fehlen von Fichte und Kiefer. Der Fichtenwald dominiert auf durchschnittlichen Standorten, Kiefer wird auf ärmere und extremere Böden zurückgedrängt.

Südliche, (sub-)boreale Ausbildung mit längerer Vegetationszeit und einstrahlenden mitteleuropäischen Elementen (Abb. 48): Weitgehende Beschränkung borealer Ericaceen auf Moorstandorten (von Vaccinium myrtillus und Calluna abgesehen), geringerer Mooranteil, Nadelbäume mit breiteren Kronen. Gleichmäßiger kommen wüchsigere bodensaure Fichten- und Kiefernwälder vor. Heidewälder mit Flechten und Moor-Nadelwälder von begrenzter Verbreitung. Natürlich birkenreiche Wälder treten zurück. Artenreiche und hainartige sowie Hainwälder mit Fichte treten auf, wobei auf nährstoffreichen Böden Edellaubbäume (Esche, Ahorn, Ulme, Schwarzerle, vereinzelt auch Eiche) vorkommen, die an der südlichen Grenze der Region kleinflächig Laubmischwälder aufbauen.

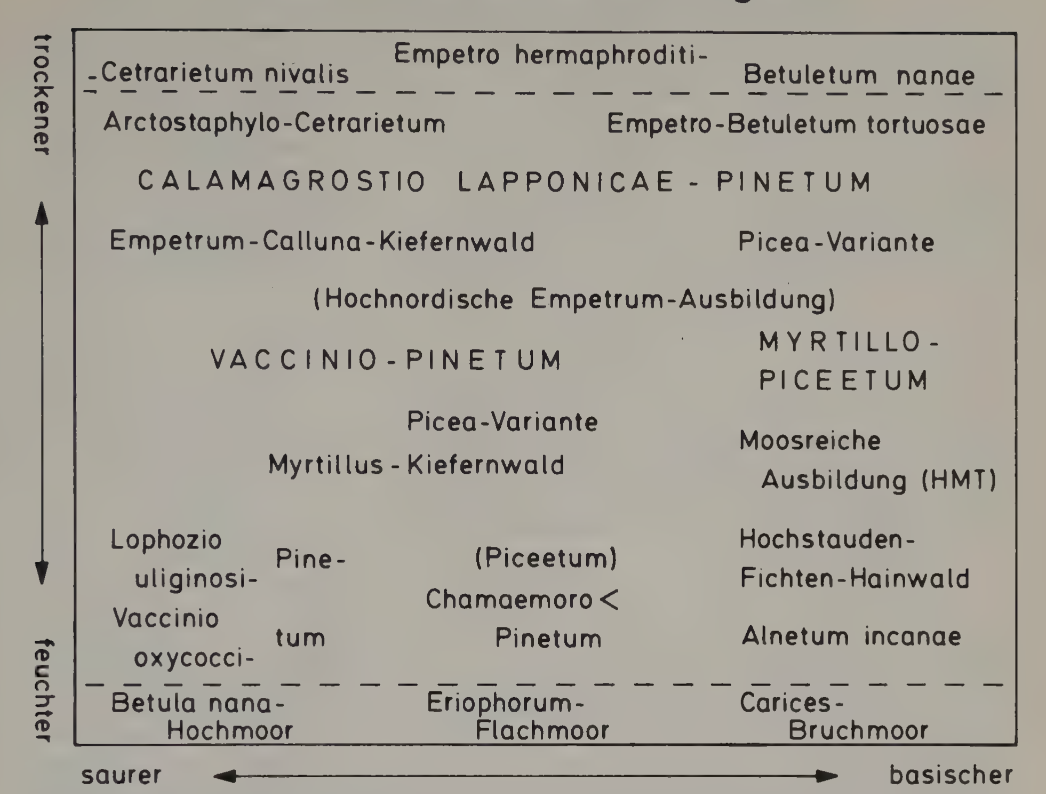


Abb. 35: Waldgesellschaftskomplex im nördlichen Nadelwaldgebiet. Die Gesellschaftsverarmung tritt deutlich hervor, da auch nährstoffreichere Standorte von moos- und zwergstrauchreichen Gesellschaften eingenommen werden. Kiefernwälder dominieren auch auf reicheren, weniger extremen Standorten, so daß der Fichtenwald auf sehr reiche und frischere Standorte beschränkt bleibt.

c) Soziologische Charakteristik

Gesellschaftsdifferenzierung in Abhängigkeit von Wasserhaushalt und Nährstoffangebot: Flechtenreicher Kiefernwald, moos-, farn- und krautreicher Fichtenwald, Bruchmoorwald mit Fichte, Reisermoorwald mit Kiefer-Birke. Optimale Wuchsleistungen werden nur auf frischfeuchten Standorten erzielt, auf nässeren oder trockeneren löst sich der Fichtenwald auf bzw. wird Kiefer konkurrenzkräftig. In Nordschweden kommen häufig Bruch- und Moorwaldarten auf lediglich frischen bis mäßig trockenen Standorten vor (Du Rietz 24), ein instruktives Beispiel für die relative Standortskonstanz. Oligotrophe Kiefernwälder und eutrophe Fichtenwälder sind nur durch wenige gemeinsame Arten verbunden, so daß die Verwandtschaft gering ist.

Charakterarten der Vaccinio-Piceetea-Gesellschaften: Avenella flexuosa, Vaccinium myrtillus, Vaccinium vitis-idaea, Dicranum scoparium, Hylocomium splendens, Pleurozium schreberi.

Charakterarten der Dicrano-Pinion-Gesellschaften: Pinus sylvestris, Calluna vulgaris, Empetrum hermaphroditum, Cladonia alpestris, Cl. arbuscula, Cl. cornuta, Cl. mitis, Cl. rangiferina, Cetraria islandica, Dicranum fuscescens, Dicranum undulatum.

Charakterarten der Vaccinio-Piceion-Gesellschaften: Picea abies, Linnaea borealis, Luzula pilosa, Lycopodium annotinum, Huperzia selago, Maianthemum bifolium, Orthilia secunda, Trientalis europaea, Lophozia lycopodioides, Dicranum majus, Plagiochila major, Ptilium crista-castrensis.

Zentrales boreales Nadelwaldgebiet

trockener ↕ feuchter

Flechtenheiden	Felsflur	Grasheiden
Cladonio-Pinetum	Fels-Kiefernwald	Arctostaphylos-Kiefernwald
Calluna-Kiefernwald	Pyrola-Fichtenwald	Epipactis-Kiefern-Fichtenw. Calamagrostis-Fichtenwald
VACCINIO-PINETUM	MYRTILLO-PICEETUM	MELICO-PICEETUM
Lophozio-Pinetum	Lophozio-(Piceetum)	Laubmischwald-Relikte
Bazzanio-Pinetum	Chamaemoro- >Piceetum	Aconito-Piceetum
Vaccinio oxycocci-Pinetum	Spagno-	Pruno- / Carici- > Alnetum < incanae / glutinosae
Hochmoor	Flachmoor	Bruchmoor

saurer ⟷ basischer

Abb. 36: Waldgesellschaftskomplex im zentralen borealen Nadelwaldgebiet Skandinaviens nördlich der Nadel-Laubwald-Mischzone und südlich des Polarkreises. Da ziemlich saure, nährstoffarme Standorte dominieren, kommen besser mit Basen versorgte Waldgesellschaften nur kleinflächig vor. Nach dem Flächenanteil sind Kiefernwälder im Vergleich zum Subboreal schon auf durchschnittlichen Standorten konkurrenzkräftiger, besonders auf trockenen. Der Fichtenschlußwald dominiert auf reicheren, schwach bodensauren Standorten.

5. Fichtenwälder (Piceion septentrionale, Linnaeo borealis-Piceion, Kielland-Lund 66, 71, 81; Jahn 77)

a) Pflanzengeographischer Charakter

Die skandinavische Florenprovinz ist gekennzeichnet durch größere Zahl arktischer-nordischer-kontinentaler Taigaarten z.B. Betula nana, Rubus arcticus, Rubus chamaemorus, Cornus suecica, (Atragene sibirica), Actaea erythrocarpa, Athyrium crenatum, Delphinium elatum, Aconitum septentrionale (excelsa), Calamagrostis purpurea (phragmitoides), (Calypso bulbosa), Galium triflorum. Laubbäume der sarmatischen Laub-Nadelwaldregion fehlen, Schwarzerle und Spitzahorn nur im südlichen Teil.

b) Gliederung der Fichtenwälder

Die Fichte bildet großflächige Wälder vom mitteleuropäischen Laubwaldgebiet in Südskandinavien bis zum subarktischen Birkenwaldgürtel, höhenzonal von den Ebenenstandorten bis zum

subalpinen Fjell-Birkenwald. Natürliche Fichtenwälder fehlen kleinflächig (lokalklimatisch) in niederschlagsarmen Lagen (z.B. Regenschatten der norwegischen Hochgebirge) und großflächig (edaphisch) auf sehr flachgründigen, armen silikatischen oder durchlässigen kalkreichen Böden. Auf diesen Dauergesellschaftsstandorten wird Fichte von Kiefer (Birke) abgelöst, ebenso am Rand von Hochmooren. Fichtenwälder sind die klimabedingten, borealen Schlußwaldgesellschaften auf mäßig armen bis reicheren Böden ohne extremen Wasserhaushalt. Im ökologischen Optimum spielen nur in Initialphasen Birke, Aspe oder Kiefer eine vorübergehende Rolle.

In der *südlichen sarmatischen Laub-Nadelmischwald-Übergangszone* nehmen Stieleiche, Winterlinde, Esche, Schwarzerle, Spitzahorn, Bergrüster, Hainbuche (im äußersten SW) als Mischbaumarten in basenreicheren Fichtenwäldern an Bedeutung zu. Auf den besten Standorten wird die Fichte von der Stieleiche, Winterlinde und Hainbuche verdrängt, auf nassen Bruchböden von der Schwarzerle.

c) Vergleich mit mitteleuropäischen Fichtenwäldern

Die mit Charakterarten reich ausgestatteten Fichtenwälder haben große Ähnlichkeit mit alpinen, aber mit bezeichnenden Unterschieden: Stets reichlich Linnaea borealis, das inneralpin nur selten vorkommt. Differenzierende nordische Taiga-Arten (siehe oben). Fehlen von Calamagrostis villosa, Luzula sylvatica, L. luzuloides, Galium rotundifolium, Blechnum spicant. Auffallender Moosreichtum, stärkeres Auftreten von Vaccinium vitis-idaea; im Vergleich zu den Alpen (nicht aber Mittelgebirge) auch Trientalis europaea.

d) Heidelbeer-Fichtenwald (Myrtillo- oder Eu-Piceetum, Cajander 26)

Dieser zentrale, moosreiche Zwergstrauch-Fichtenwald mittlerer Standorte ist am weitesten verbreitet (Abb. 37) auf mäßig sauren bis nährstoffreichen, wechselnd entwickelten frischen Podsolböden. In reifen Gesellschaften dominiert die Fichte in schwach gestuften Beständen besserer Wuchsleistung (25–30 m); initiale Phase mit Kiefer und Birke. In der Krautschicht dominieren Vaccinium myrtillus (weniger frisch), Maianthemum bifolium, Avenella flexuosa, farn- oder sauerkleereich auf frischeren Standorten. **CA:** Dryopteris carthusiana, ferner Luzula pilosa, Trientalis europaea. Dominante der Moosschicht: Lophozia lycopodioides, Hylocomium splendens, Pleurozium schreberi; kennzeichnend Hylocomium umbratum, Obtusifolium obtusum, Sphagnum quinquefarium, ferner Dicranum majus, Plagiochila major, Ptilium cristacastrensis, Rhytidiadelphus loreus.

Die typische moosreiche Vaccinium myrtillus-Untergesellschaft besiedelt in *Südnorwegen* bis 600/700 m Rohhumus-Eisenpodsole. Auf frischen Standorten mit Moder-Rohhumusböden die Dryopteris dilatata-Subassoziation (Gymnocarpium dryopteris, Thelypteris phegopteris, Anemone nemorosa, Kontakt besteht zum Melico-Piceetum. Farnreiche (Athyrium filix-femina) Einheiten (Stellaria nemorum, Milium effusum, z. T. Aconito-Piceetum) kommen in humideren Gebieten und höheren Lagen bis zum subalpinen Birkenwald vor. Im fichtenfreien Westnorwegen ersetzen Birken-Kiefernwälder die Einheit.

Am weitesten sind in *Finnland und Schweden* die typische Vaccinium myrtillus-Ausbildung (Myrtillus-Typ) und Avenella-Myrtillus-Typ verbreitet. Im Osten treten farnreiche Untergesellschaften zurück, ebenso maritime Kennarten wie Lophozia lycopodioides und Listera cordata. In Nordfinnland charakterisiert regelmäßig Empetrum hermaphroditum frische moosreiche Typen.

e) Krautreicher Perlgras-Fichtenwald (Melico nutantis-Piceetum, Cajander 21)

Krautreiche Fichtenwälder sind auf wärmere, südlichere Standorte mit basenreicheren, mäßig frischen Podsolbraunerden bis Mull-Moder-Braunerden beschränkt (Abb. 37, 38). Im artenreichen Hainwald erreicht die dominante Fichte ausgezeichneten Wuchs (25–35 m) und gute Form; mit schon breiteren Kronen (Bürsten- bis Kammtyp); Eberesche regelmäßig. Kiefer und Birke haben nur in initialen Phasen und bei regressiver Vegetationsentwicklung (Kahlschlag) vorüberge-

hende Entwicklungschancen. In der Krautschicht dominiert Calamagrostis arundinacea. **CA:** Hieracium sylvaticum, Moneses uniflora, Pyrola rotundifolia, ferner Hepatica nobilis, Carex digitata, Melica nutans, Orthilia secunda, Rubus saxatilis, Viola riviniana. In der Moosschicht dominieren: Hylocomium splendens, Pleurozium schreberi, Rhytidiadelphus triquetrus, ferner Mnium affine, Mnium spinosum. Hochstauden-Ausbildung auf bruchwaldartigen Standorten.

In *Finnland* können eine arten- und nährstoffärmere Oxalis-Myrtillus-Gruppe und die artensowie basenreichere Oxalis-Maianthemum-Gruppe unterschieden werden, wobei Corylus, Paris,

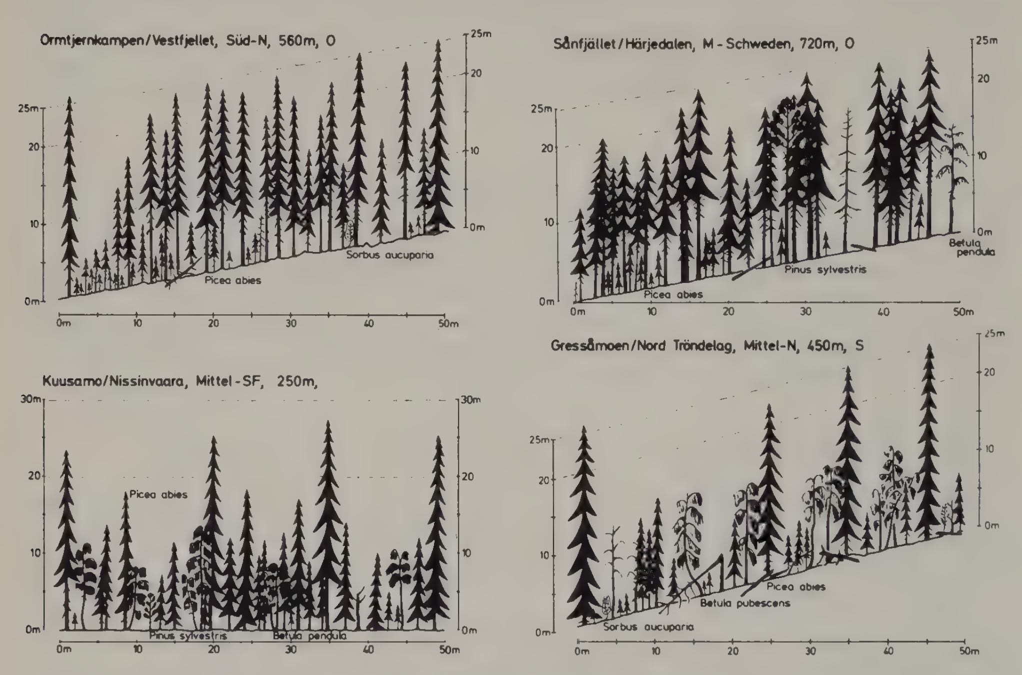


Abb. 37: Ausbildungen des Vaccinium myrtillus-Fichtenwaldes. Westliche, sehr moosreiche (Lophozia lycopodioides) Ausbildung im Nationalpark Ormtjernkampen. Farnreiche (Gymnocarpium dryopteris) Ausbildung mit einzelnen Kiefern nahe der Waldgrenze auf dem Sånfjället. Plenterartig aufgebaute Spitzfichtenbestände mit Birke bei Kuusamo; Dickmoostyp (HMT). Subalpine Fichtengrenze mit Moorbirke an der subalpinen Arealgrenze im Übergang zum Fjell-Birkenwald im Nationalpark Gressåmoen/Norwegen.

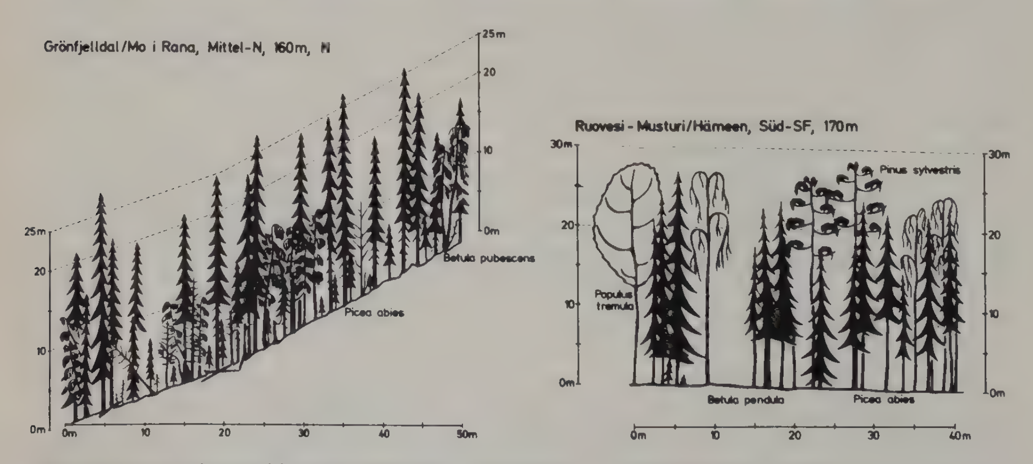


Abb. 38: Hain-Fichtenwald (Melico-Piceetum). Moosreicher, sehr frischer Farn-Fichtenwald mit Listera cordata in Grönfjelldal. Mäßig frischer Oxalis-Majanthemum-Kiefern-Fichten-Urwald Ruovesi.

Mercurialis und andere Kräuter auftreten. Auf trockeneren, kalkreichen Böden mit Epipactis atrorubens dominiert oft mäßig wüchsig (20–25 m) Kiefer (LINKOLA 29, Vaccinium-Fragaria-Typ, Arctostaphylos-Aspen-Typ). Der Übergang zum Kiefern-Heidewald auf Kalk wird angedeutet (M.-P. pinetosum).

f) Hochstauden-Fichtenwald und Hochstaudenflur

(Aconito-Piceetum, Aconitetum septentrionalis, KIELLAND-LUND 81; Abb. 39)

In Norwegen (KIELLAND-LUND 62) kommt auf frischeren Unterlagen, an schattseitigen Blockstandorten und in niederschlagsreichen Gebieten die sehr wüchsige Fichte (bis 30/35 m) in einer farnreichen *Hochstauden-Gesellschaft* von ausgeprägter Eigenständigkeit vor; Athyrium filix-femina, Cicerbita alpina. An der westlichen Verbreitungsgrenze bei Bergen (HESJEDAL 75) differenzieren das Melico-Piceetum athyrietosum auch ozeanische Arten: Hypericum pulchrum, Galium harcynicum, Mnium hornum, ferner Thelypteris limbosperma, Plagiothecium undulatum, Polystichum braunii. Im ozeanisch geprägten West-Norwegen korrespondiert ein Kiefern-Birkenwald (Melico-Betuletum).

In der oberen Nadelwaldstufe (bis tiefalpin) treten üppige *Hochstaudenfluren* auf, in der Picea abies, Alnus incana und Sorbus aucuparia Grenzlagen oder feuchte Pionierstandorte besiedeln. **CA:** Lactuca alpina, Aconitum septentrionale, Athyrium distentifolium, Geranium sylvaticum. Die Ausbildung mit Poa remota (Stellaria nemorum, Hylocomium umbratum) in Tälern und Mulden an der oberen Nadelwaldgrenze (SO- und Zentralnorwegen, Mittelschweden) leitet zum hochstauden- und farnreichen Fichtenwald über. Viola selkirkii (Athyrium crenatum) charakterisiert im subkontinentalen, niederschlagsärmeren Gudbrandstal eine Lokalgesellschaft; NORDHAGEN (54), Myosoto-Aconitetum.

Maritimer Hartriegel-Birkenwald auf analogen Standorten (Corno suecicae-Betuletum pubescentis; HESJEDAL 75, AUNE 73). Am meernahen Skandenabfall treten in Südwestnorwegen (Bergen) farnreiche Moorbirken-Hainwälder auf, die das Eu-Piceetum dryopteridetosum et athyrietosum ersetzen. Den Dryopteris-Typ kennzeichnen Gymnocarpium dryopteris, Anemone nemorosa, den Thelypteris phegopteris-Typ, Th. limbosperma, Oxalis; weidebeeinflußt Deschampsia cespitosa; ferner Athyrium filix-femina-Typ. Das atlantische Melico nutantis-Betuletum cornetosum suecicae ersetzt das kontinentalere Melico-Piceetum mit den Kennarten: Viola riviniana, Veronica chamaedrys, Rhytidiadelphus triquetrus.

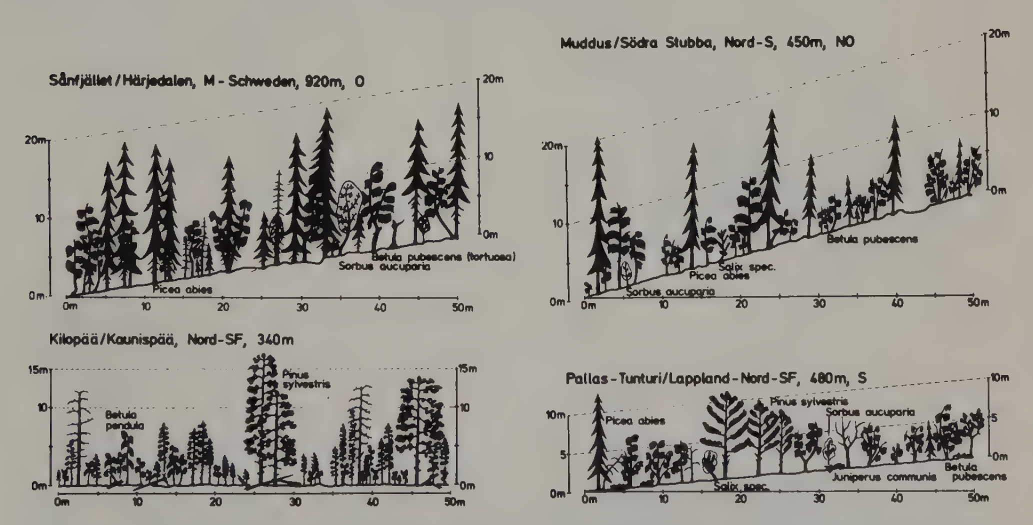


Abb. 39: Nadelbaumreiche Waldgrenzenbestockungen. Farnreicher Heidelbeer-Birken-Fichtenwald mit Cornus suecica in Härjedalen. Empetrum-Myrtillus-Birken-Fichten-Waldgrenzengesellschaft im Nationalpark Muddus. Krüppeliger Empetrum-Vaccinium-Birken-Kiefernwald im Nationalpark Pallas Tunturi. Subalpiner Empetrum-Calluna-Arctostaphyllos-Kiefernwald plenterartiger Struktur in Kilopää.

g) **Moltebeeren-Fichtenbruchwald** (Chamaemoro-Piceetum, Kielland-Lund 62, Cajander 43; Abb. 40).

Auf Übergangsmoorstandorten bei schon etwas besserer Basenversorgung stockt in vernäßten Mulden auf sauren Torfpodsolen (nasses Anmoor, Moor-Stagnogley) der torfmoosreiche Fichtenwald mit Betula pubescens; in nördlichen Niederungen weit verbreitet (Abb. 40). Infolge der günstigeren Wuchsverhältnisse (15–25 m) dominiert die mittelwüchsige Fichte, in den noch geschlossenen Beständen von nebenständiger Moorbirke begleitet. Pionierbestockungen (10–15/20 m) werden von Birke und Kiefer aufgebaut, die mit zunehmender Boden- und Vegetationsentwicklung von Fichte unterwandert werden. In der Krautschicht dominieren Equisetum sylvaticum, Trientalis europaea, kennzeichnend Listera cordata, ferner Calamagrostis purpurea, Carex brunnescens ssp. vitilis, Carex vaginata, Rubus chamaemorus, ferner Vaccinium myrtillus, V. vitis-idaea. Moosschicht-Dominanz: Polytrichum commune, Sphagnum angustifolium; kennzeichnend Sphagnum girgensohnii, Sphagnum wulfianum. Diese standortextreme Gesellschaft variiert arealgeographisch nur wenig. Typische Hochmoor-Torfmoose wie in Kiefern-Moorwäldern mit Ledum palustre fehlen. Durch den großen Mooranteil in Skandinavien (30%), ist diese Gesellschaft weit verbreitet. Mittels Tiefdrainage zur Standortsverbesserung wurden viele initiale Kiefern-Phasen mit Dauergesellschaftscharakter in leistungsfähigere, reife übergeführt.

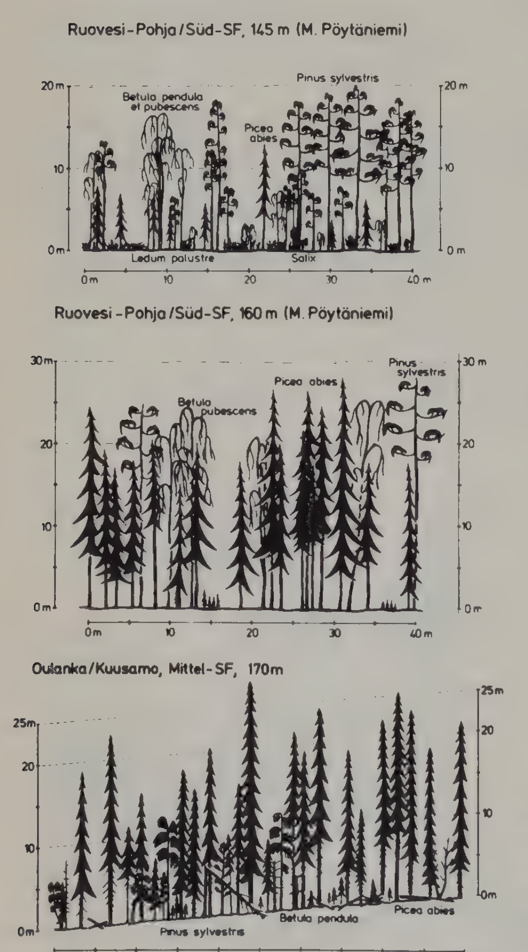


Abb. 40: Skandinavische Moorwälder. Torfmoosreicher, geringwüchsiger Ledum palustre-Betula nana-Moorbirken-Kiefern-Reisermoorwald (Ruovesi, 145 m). Torfmoosreicher Myrtillus-Fichten-Moorrandwald (Ruovesi, 160 m); Chamaemoro-Piceetum. Spitzkroniger Vaccinium myrtillus-Birken-Fichten-Bruchmoorwald (Oulanka).

Flechtenreiche Fichtenwälder an der Grenze zur Waldtundra und Polytrichum-Fichtenwälder auf armen nassen, aber noch nicht vermoorten Standorten sind auf die boreorussische Florenprovinz im nördlichen Europa beschränkt.

6. Skandinavische Kiefernwälder (Kielland-Lund 67, 71; Abb. 40, 41, 42)

Die fennoskandischen Kiefernwälder gehören zu zwei Gesellschaftsgruppen.

Phyllodoco-Vaccinion: Der Verband umfaßt nordische und hochnordische Kiefern- und Birkenwälder, auch nordisch-subalpine Zwergstrauchheiden mit vier vikariierenden Territorial-Assoziationen: Cladonio-Pinetum boreale, Bazzanio-Pinetum, Lophozio-Pinetum lapponicae, Calamagrostio lapponicae-Pinetum. Die meisten nordischen Kiefernheidewälder gehören hierher. Sie werden charakterisiert durch Betula nana, Juniperus nana, Phyllodoce coerulea, Pedicularis lapponica, Empetrum hermaphroditum, Cladonia alpestris, Cl. bellidifolia, Nephroma arcticum, Lophozia hatcheri, Peltigera aphthosa, Dicranum robustum. Hauptverbreitung Skanden und Norden. Nur der Flechten-Kiefernwald ist gleichmäßiger verbreitet. Von Norden nach Süden wird die Standortsamplitude enger (Abb. 35, 36).

Dicrano-Pinion: Durch südöstliche Charakterarten ist die Verwandtschaft zum Peucedano- und Leucobryo-Pinetum deutlich: Dicranum undulatum, Monotropa hypopitys, Chimaphila umbellata, Pyrola chlorantha (virens), Lycopodium complanatum, Viscum album fehlt in Nordeuropa; Hauptverbreitung Süd- bis Mittel-Fennoskandien).

a) Reitgras-Kiefernwald (Calamagrostio lapponicae-Pinetum, Kielland-Lund 1966)

Die lappländische Gesellschaft erstreckt sich von den Birkenwäldern im inneren Nord-Norwegen bis nach Nordfinnland. Kiefer bildet lockere, geringwüchsige Bestände. **CA:** Calamagrostis lapponica, Pedicularis lapponica, Ledum palustre (Salix xerophila). Nur sporadisch treten auf: Picea abies, Calluna vulgaris, Sorbus aucuparia. Die nördliche (subarktische) und subalpine Birkenwald-Ausbildung kennzeichnen Juniperus nana, Phyllodoce coerulea, Betula nana. Flechtenreiche Subassoziation mit Cetraria nivalis, Cladonia alpicola, Polytrichum juniperinum und moosreiche mit Hylocomium splendens, Polytrichum commune, Linnaea borealis. Das hochnordische Areal weist größere thermische Kontinentalität (Amplitude größer als 25°C) und geringe Niederschläge unter 400 mm auf. Die kontinentale Einheit vertritt vikariierend das Cladonio-Pinetum und entspricht den finnischen Waldtypen EMT und EClT.

b) Spitzmoos-Kiefernwald (Lophozio lycopodioidis-Pinetum lapponicae, Kielland-Lund 66, 81)

In höheren (subalpinen), nördlichen und vor allem niederschlagsreicheren Lagen der skandinavischen Bergkette wird an flachgründigen und armen Standorten die Rohhumusauflage mächtiger, die Ansamungsmöglichkeit für Kiefer ungünstiger und damit das Cladonio-Pinetum abgelöst. Es entstehen lockere, geringwüchsige Kiefern-Bestände mit Beimischung von Moor-Birke und gelegentlich (Süden) von schlecht entwickelter Fichte. In der Bodenvegetation dominieren Zwergsträucher, Flechten und Moose; Calluna vulgaris, Avenella flexuosa, Empetrum hermaphroditum, Vaccinium myrtilus, V. uliginosum, V. vitis-idaea. In der Moosschicht zahlreiche Flechten: Cetraria islandica, Cladonia arbuscula, Cl. rangiferina; ferner Dicranum fuscescens. **CA:** Orthocaulis attenuatum, O. floerkei; ferner Pleurozium schreberi, Cladonia alpestris. Dieser Kiefernwald beherbergt alpin-subalpine (Phyllodoce, Nephroma arcticum) und ozeanische Arten (Lophozia l., Cornus suecica). Die kiefernfreie Birkenwaldausbildung (Juniperus nana, Stereocaulon paschale) entspricht einem Lophozio-Betuletum bzw. einem Empetro-Betuletum. Besonders typisch ist die Gesellschaft im regenreichen, norwegischen Fjellgebiet entwickelt (Finnmark). In Finnland und Schweden kommt diese Gesellschaft nicht typisch vor; ähnlich Myrtillus-Calluna-Cladonia-Typ, ferner Empetrum-Myrtillus-Typ. Im feuchtesten Westnorwegen vikariiert das Bazzanio-Pinetum.

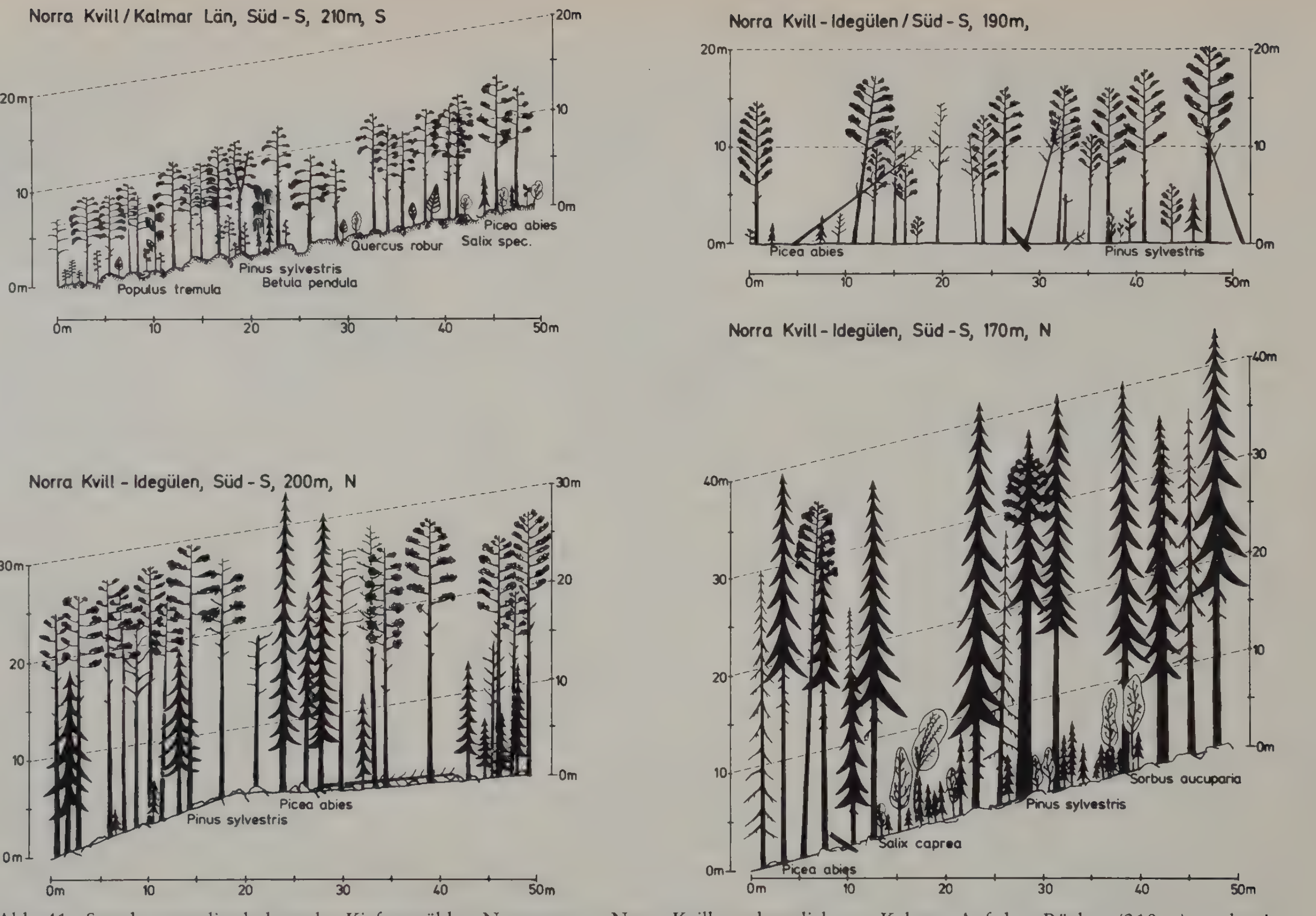
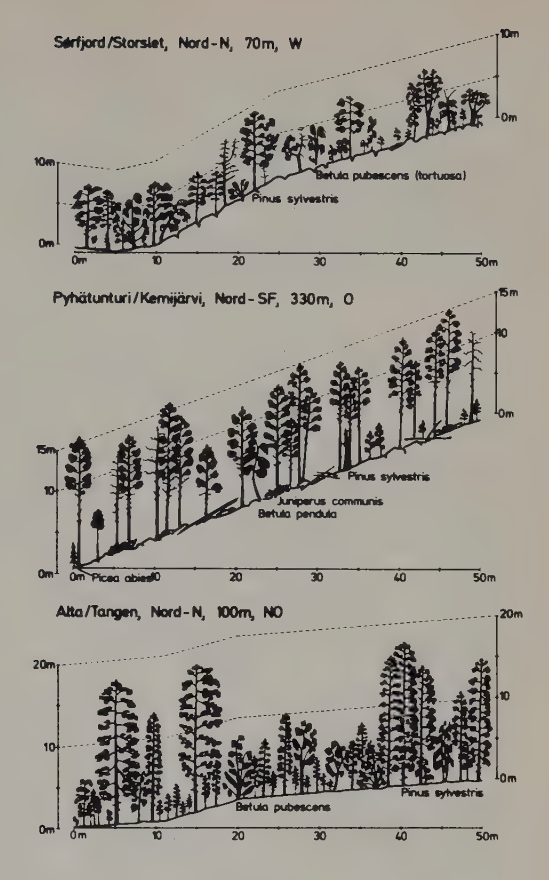


Abb. 41: Standortsamplitude borealer Kiefernwälder. Naturreservat Norra Kvill nordwestlich von Kalmar. Auf dem Rücken (210 m) stockt ein geringwüchsiger Arctostaphylos-uva ursi-Kiefern-Blockwald. Am Rand des Sees Idegülen (190 m) ein fichtenfreier Vaccinium uliginosum-Ledum palustre-Kiefern-Moorrandwald. Auf blockigem Schatthang (200 m) wird der moosreiche Vaccinium myrtillus-Kiefernwald zunehmend von Fichte unterwandert. Am sehr wüchsigen, farnreichen Unterhang (170 m) wird Kiefer von Fichte überwachsen und in Kürze ausgeschaltet. Nur in Dauergesellschaften kann sich die Kiefer behaupten.

Abb. 42: Hochnordische Kiefernwälder. Geringwüchsiger, krüppeliger Empetrum-Cladonia-Gletscherschliff-Kiefernwald mit teilweise vegetativer Verjüngung durch im Moosteppich eingewachsene Zweige (Storslet). Empetrum-Calluna-Kiefernwald am Polarkreis; Pyhätunturi. Ungleichalteriger moosreicher Empetrum-Vaccinium-Kiefernwald am Altafjord bei 70° nördlicher Breite.



c) **Peitschenmoos-Kiefernwald** (Bazzanio trilobatae-Pinetum, Kielland-Lund 67)

Die oligotrophe Gesellschaft ist auf das atlantische West-Norwegen beschränkt (Ilex aquifolium, Digitalis purpurea), wo die Fichte natürlich fehlt und die kurzschaftige und langkronige Kiefer (Birke) dominiert. Ozeanische Charakterarten: Anastrepta orcadensis, Sphagnum quinquefarium, ferner: Pteridium aquilinum, Cladonia impexa, Blechnum spicant, Rhytidiadelphus loreus. Bei Bergen (Hesjedal 75) ist in niederschlagsreichen Tieflagen die Einheit stark differenziert. Typische Ausbildung mit Ptilium crista-castrensis, Listera cordata, Sphagnum nemoreum; auch Moorarten: Vaccinium oxycoccus, Cornus suecica. Im Bazzanio-Pinetum molinietosum coeruleae (Agrostis canina, Carex pilulifera) treten schon Fichtenwaldarten auf: Maianthemum bifolium, Trientalis europaea. Regelmäßig Pionierarten: Rhacomitrium lanuginosum, Cladonia gracilis, Arctostaphylos alpina et uva-ursi. Ozeanische Elemente charakterisieren: Narthecium ossifragum, Erica tetralix, Sphagnum compactum.

d) **Flechtenreicher Kiefernwald** (Cladonio arbusculae-Pinetum boreale, Kielland-Lund 67, Abb. 41, 34)

Diese ärmste und trockenste Einheit ist weit verbreitet auf flachgründigen Standorten, durchlässigem, sandig-kiesigem, fluvoglazialem Ausgangsmaterial, Gletscherschliffen, im trockenen Tiefland und besonders im Norden. Auf den sauren Böden werden im aufgelockerten Bestand 10–15 m Oberhöhe bei mässiger Ausformung (astig, kurzschaftig, breitkronig) erreicht. Die Zwergstrauchschicht tritt zurück (Vaccinium vitis-idaea, Arctostaphylos uva-ursi) bis auf Calluna. Die einheitliche Bodenschicht prägt der Flechtenteppich: Cladonia alpestris, Cl. arbuscula, Cl. rangiferina,



Abb. 43: Vegetative Verjüngung der Fichte durch Zweigableger in Finnland auf einem geringwüchsigen, moosreichen Standort (nach KALELA 61).

Cl. mitis, ferner Dicranum undulatum, Pleurozium schreberi, Ptilidium ciliare; kennzeichnend Dicranum robustum, Orthocaulis attenuatus et floerkei, ferner Dicranum spurium und Pohlia nutans. Diese edaphische Dauergesellschaft schließt in Finnland den Cladonia-Typ ein, teilweise den Calluna-Typ und Empetrum-Calluna-Typ. Im kontinentalen Lappland vikariiert auf analogen Standorten das Calamagrostio lapponicae-Pinetum. Bei niederschlagsreichen Gebieten löst das Lophozio-Pinetum die Einheit ab, die nur in regenarmen Leegebieten bis zur Waldgrenze vordringt. Ausbildungen mit Cetraria cucullata (subalpin), Stereocaulon paschale (Zentralschweden), Leucobryum glaucum (Küstenausbildung, Tendenz zum Leucobryo-Pinetum).

Heidekraut-Kiefernwald (Calluna-Typ). Auf mäßig trockenen bis mäßig frischen Standorten stocken noch gut geformte, geschlossene Bestände (18–20 m, Abb. 42). Der Übergang zum offenen, parkartigen Flechten-Heide-Kiefernwald wesentlich geringerer Wuchsleistung ist deutlich, ebenso zum wuchsgünstigeren Preiselbeer-Kiefernwald.

e) Preiselbeer-Kiefernwald (Dicrano-Pinion; Vaccinio vitis-idaeae-Pinetum boreale, CAJANDER 26, KALELA 61, Abb. 42, 43, 44)

Kiefern-Fichten-Mischbestände stocken auf sandigen-kiesigen, schon frischeren und tiefgründigeren Eisenpodsolen als im Cladonio-Pinetum niederschlagsärmerer Gebiete. Bei feuchteren und niederschlagsreicheren Standorten setzt sich in gut geschlossenen Beständen Fichte, nur bei größerer Trockenheit Kiefer durch. Von den Trockengebieten des inneren Sognefjordes über das südöstliche Norwegen (KIELLAND-LUND 71) und Mittelschweden kommt die Einheit bis nach Süd-

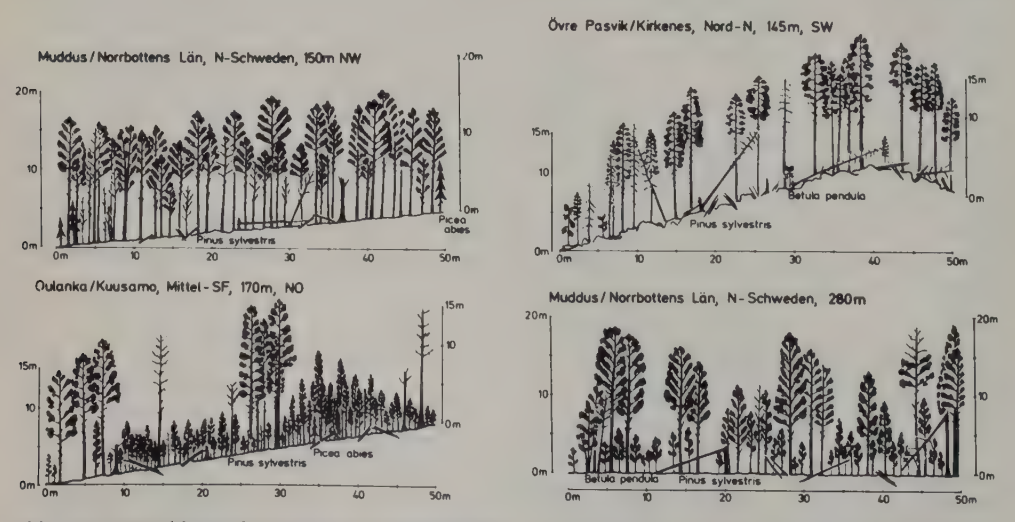


Abb. 44: Entwicklungsphasen nordskandinavischer Empetrum-Kiefernwälder. Verjüngungs- und Initialphase in Oulanka (Calluna-Typ), geschlossene Optimalphase in Muddus (150 m, Vaccinium-Typ). Zerfallsphase in Øvre Pasvik (Block-VT), plenterartige Übergangsphase in Muddus (280 m, EVT).

Finnland vor. **CA:** Pyrola chlorantha, Goodyera repens, Lycopodium complanatum, Chimaphila umbellata (Pulsatilla vernalis, Dicranum fuscescens). Ferner mesophile Arten: Ptilium crista-castrensis, Linnaea borealis, Hylocomium splendens. In der Krautschicht dominieren: Vaccinium vitis-idaea, V. myrtillus. Moosschicht-Dominante: Dicranum undulatum, Pleurozium schreberi, ferner Cladonia arbuscula, Cl. rangiferina, Cl. cornuta. Trockengebietsausbildung im Gudbrandstal mit Festuca ovina, Peltigera aphthosa (Kielland-Lund 81). Artenreichere Ausbildung auf Kalkunterlage. Die Gesellschaft entspricht dem Vaccinium-Typ in Südfinnland und dem Empetrum-Vaccinium-Typ in Ostrobothnia. Auf den südfinnischen Wallmoränen und auf den Inseln Öland und Gotland mit Alvarvegetation (steppenartiges Kalkfelsgebiet, Albertson 46) besteht ein engerer floristischer Kontakt zum osteuropäischen Peucedano-Pinetum.

f) **Kiefern-Reiser-Moorwald** (Vaccinio oxycocci-Pinetum sylvestris, Kielland-Lund 81, Cajander 43)

Der Sphagnum-reiche Reiser-Kiefernmoorwald ist eine typische Randgesellschaft des borealen Nadelwaldes wie das Chamaemoro- bzw. Sphagno-Piceetum. Auf extremeren Hochmooren kann Kiefer, teilweise Moorbirke, meist nur noch offene, sehr geringwüchsige Bestände aufbauen, die in das typische Hochmoor mit räumdigen Krüppelbäumen übergehen. Die Verbreitung der Vaccinien ist ein gutes Kriterium für den Waldcharakter. Auf ombotrophem bis schwach minerotrophem Torf mischen sich Kiefernwaldarten und Hochmoorelemente (Sphagnion fusci). Zwergsträucher: Vaccinium uliginosum, Empetrum hermaphroditum. **CA:** Rubus chamaemorus, Eriophorum vaginatum, Sphagnum angustifolium, Sph. fuscum, Andromeda polifolia, Sph. magellanicum, Sph. nemoreum. Mosaikartig Moose, Flechten und Torfmoose. In Südostnorwegen kennzeichnet die häufige Hochmoorrandgesellschaft Vaccinium uliginosum. Mit steigender Höhe über dem Lagg (tieferer Hochmoorrand) treten Flechten (Cladonia arbuscula-Einheit) hervor; Erica tetralix-Moorwald in Sørlandet (Kielland-Lund 81). Alternierend zum östlichen Vaccinio uliginosi-Pinetum ist diese Einheit im Westen verbreitet. Im niederschlagsreichen Südwesten differenziert Erica tetralix, die boreale Rasse geht gegen Osten in den Moltebeeren-Fichtenwald über. Östliche Kiefernmoorwälder kennzeichnen Ledum palustre. Tiefsubalpine Moore besitzen in der Regel keine Baumschicht mehr (Vaccinio oxycocci-Empetretum).

g) **Maritimer Hartriegel-Kiefernwald** (Corno suecicae-Pinetum myrtilletosum, Kielland-Lund 71, Hesjedal 75)

Außerhalb der westlichen Arealgrenze der Fichte wird bei Bergen das Myrtillo-Piceetum durch den Cornus suecica-Kiefernwald mit Birke ersetzt. **CA:** Blechnum spicant, Plagiothecium undulatum, Lycopodium annotinum, Orthilia secunda, Trientalis europaea.

h) **Moorwald – Waldmoor – Moor** (Abb. 40)

Von den fichtenreichen **Bruchmoorwäldern** (Chamaemoro-Piceetum) mit gelegentlicher Beimischung von Laubbaumarten, zurücktretender Kiefer, relativ anspruchsvollen Torfmoosen (Sphagnum strictum, Sph. squarrosum) und Bärmoosarten (Polytrichum commune) und von den kiefernreichen **Reisermoorwäldern** (Vaccinio oxycocci-Pinetum) mit reichlich Zwergsträuchern (Ledum palustre, Cassandra calyculata, Betula nana) und typischen Weißmoosarten (Sphagnum acutifolium, Sph. fuscum) auch Rentierflechten, gibt es als Übergänge vom geschlossenen Moorwald über parkwaldartig aufgelockerte Typen bis zum offenen Moor mit höchstens krüppeligen Zwergbäumen. Dieser Standortskomplex ist in Skandinavien weit verbreitet. In Finnland bedecken Moore 97500 km^2, 32% der Landesfläche, im Norden sogar 60–80%.

Finnische Moortypen (Rautavaara 75, Heikurainen 76)

Reiser-Moor (42%) ziemlich trocken an der Oberfläche mit dichtem Gestrüpp von Zwergsträuchern, von einem lichten Kiefernbestand überschirmt.

Weißmoor (25%) offenes, baumloses, ombotroph-oligotrophes Moor mit hygrophilen Sphagnum-Arten.

Bruchmoor (21%) minerotroph, dünn-torfig, dichte Krautschicht von Farnen, Gräsern und Halbgräsern mit Strauchschicht sowie Fichten und Laubbäumen, vor allem in Süd- und Mittelfinnland.

Trockenmoor (9%)

Braunmoor (3%) minerotroph und eutroph meist mit lockerem spärlichem Birkenwald und vielen Polytrichum-Arten.

Man unterscheidet in Finnland das typische Hochmoor, die nordfinnischen Aapa- oder Strangmoore (–7 m hohe Torf-Bülten mit Bodeneis) und Palsa-Moore in Fjell-Lappland; nach HEIKURAINEN (79) 32 Moortypen. Im niederschlagsreichen Südwestnorwegen (Telemark) hat HESJEDAL (75) die auftretenden Moorwälder, Hoch- und Flachmoore (Fen) kartiert.

	Kiefern-Moorrandwald	Flachmoorwald
Ombotroph oligotroph	Rhacomitrium-Komplex Eriophorum angustifolium, Potentilla erecta, Polytrichum commune	Carex fusca, Rhacomitrium Carex rostrata, Eriophorum angustifolium
mesotroph	Carex nigra, C. panicea, C. echinata	Carex nigra, Menyanthes trifoliata
eutroph	Eriophorum latifolium, Carex flava, C. pilucaris, Crepis paludosa.	Carex canescens, Juncus stygius, Carex livida.

Mit zunehmender Energieverteuerung wird der maschinelle Torfabbau trotz der nur geringen Mächtigkeit (0,5–1,5 m; Mitteleuropa 6–8 m) zunehmen; Wasserhaushalt, Naturschutz.

E. Borealer nordrussischer Nadelwald

(nach WALTER 74, Abb. 45)

Zwischen der fennoskandischen Grenze (Ladoga-See – Weißes Meer) und dem Ural wird ein fast 1500 km breites Flachland zwischen der typischen Tundra und dem sarmatischen Laub-Nadelmischwaldgebiet eingenommen.

Charakter: Die mitteleuropäische Fichte wird durch Picea obovata abgelöst. Als weitere Mischbaumart tritt Larix sibirica auf, gegen Südosten mischen sich auch den früher eisfrei gewordenen Standorten noch Abies sibirica und im Bergland Pinus sibirica in die Fichten-Kiefern-Mischwälder ein. Das boreorussische Nadelwaldgebiet ist artenreicher in Baumschicht und Bodenvegetation. Alluvialgesellschaften können sich geomorphologisch typisch entfalten, im Vergleich zu Skandinavien auch eine typische Flachlandstundra. Nordrussische Arten: Betula exilis, Alnus fruticosa, Arctous alpina, Actaea erythrocarpa, Anemone altaica, Atragene sibirica; westliche Elemente wie Hepatica nobilis fehlen.

1. Tundra

Im Flachland folgen von Norden nach Süden: Arktische Tundra, Moos-Flechten-Tundra, Zwergstrauchtundra, dann nördliche und südliche Nadelwald-Tundra. Nach der Höhenzonierung schließt sich an die nördliche Flachlands-Tundra eine südliche Gebirgstundra an.

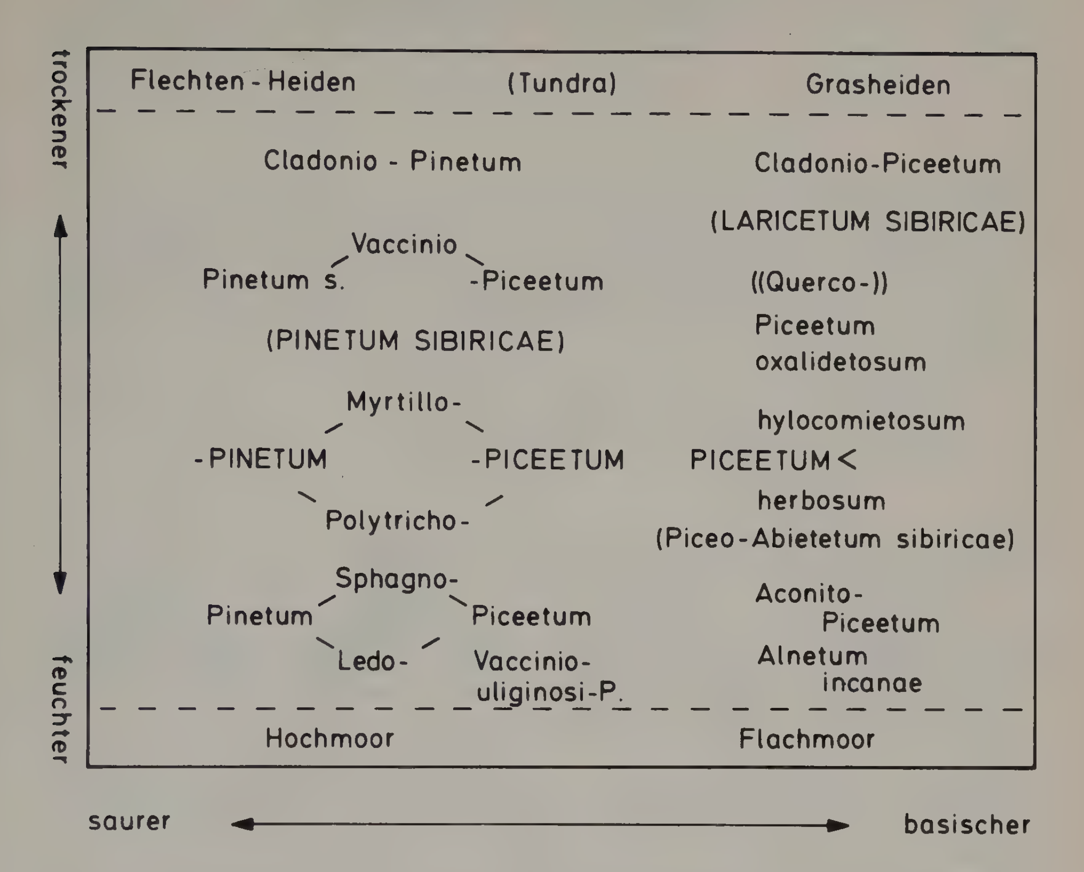


Abb. 45: Ökogramm der Waldtypen in der borealen Nadelwaldzone Nordrußlands (dunkle Fichtentaiga, lichte Kieferntaiga); nach WALTER 74. Es besteht weitgehend Analogie zu skandinavischen Waldtypen. So zeichnet sich ab, daß im südlichen anschließenden Laub-Nadel-Mischgebiet Laubwälder zuerst auf basenreichen Standorten auftreten werden. Laubwaldrelikte finden sich nur auf warm-trockenen Böden. Der Gesellschaftswechsel bei zunehmender Trockenheit, Feuchtigkeit und steigendem Nährstoffreichtum sowie fortschreitender Vermoorung wird angedeutet. Die randlichen sibirischen Gesellschaften wurden eingezeichnet.

Klimacharakter (Abb. 46). Das Klima ist noch nicht so extrem kontinental wie in Ostsibirien. Der Polartag dauert 2 Monate; weniger als 50 Vegetationstage. Die Südgrenze fällt mit der Juli-Isotherme von 10–14°C zusammen, die Nadelwaldgrenze liegt bei einer Mitteltemperatur der 4 wärmsten Monate um 8,3°C, Birkenwaldgrenze: 7,3°C, Grenze von Salix lapponum: 5,5°C. Unter 300 mm Niederschlag, dünne Schneedecke (20–50 cm, Rippen- bzw. Muldenstandorte) und heftige Winterstürme mit starkem Schneegebläse (40 m/sec.) sind typisch. Der Kleinrelief-Schneekomplex ist nicht so extrem wie in den Alpen. Gegen Osten nimmt der Permafrost mit sommerlicher Auftautiefe von 40 cm im Torf, und bis 150 cm in Sandböden zu und verursacht ausgedehnte Versumpfung. Durch lokale Eisanreicherung mit Bodenaufwölbung entsteht im Süden die Torfhügel- (Palsen-Moore) und die Bülten-Tundra sowie im Norden die Frost-Fleckenboden-Tundra. Die Schneebedeckungsandauer begrenzt wesentlich die Vegetationsperiode. Niedrige Vegetationszeitwärme und extreme Feuchtigkeits- und Nährstoffverhältnisse sind die entscheidenden wuchsbegrenzenden Faktoren.



Abb. 46: Klimadiagramme aus dem nordrussischen Nadelwaldgebiet. Auf der Halbinsel Nowaja Semlja dominiert die arktische Wüste. Subarktische Tundra-Standorte auf der Kola-Halbinsel. Bei Kola verläuft die Waldgrenze. Ostsibirische Waldgrenzen-Standorte (nördlichste Waldvorkommen Eurasiens) sind ungleich kontinentaler. Im mäßig kontinentalen Nadelwaldgebiet werden 60–120 Vegetationstage erreicht.

a) Arktische Kältewüste

Nördlich der geschlossenen Tundra bis zum polaren Schnee- und Eisgebiet ist die arktische Fleckentundra auf geschützte Sonderstandorte angewiesen. Bei 4–6 Wochen Vegetationsperiode wachsen auf den initialen Struktur-, Netz- oder Polygonböden, Solifluktionsböden und auf den über der Schnee- und Eisfläche herausragenden Berggipfeln (Nunataker) Flechten (Rhizocarpon, Parmelia, Lecidea); in den Felsritzen auch wenige Moose (Rhacomitrium, Dicranum). In windgeschützten Furchen der Polygonböden siedeln kurzschaftige Horst- oder Polsterpflanzen: Alopecorus alpinus, Ranunculus sulphureus, Saxifraga nivalis. Moose dominieren: Ditrichum flexicaule, Hylocomium alascanum, Polytrichum alpinum. Außerdem Strauchflechten: Thamnolia vermicularis, Cetraria islandica, Cladonia pyxidata, Alectoria nigricans. Im wärmeren Süden kommen schon Spalier- und Klein-Zwergsträucher wie Salix- und Dryas-Arten auf.

b) Flechtentundra

Die westlichen Teile der Tundra, die im Postglazial sehr spät eisfrei wurden, sind relativ artenarm im Vergleich zur artenreichen pazifischen Provinz. Im **ozeanischen Gebiet** besiedelt die dominierende **Cladonia-Tundra** trockene, im Winter schneefreie Erhebungen mit Cl. rangiferina, Cl. sylvatica, Cl. alpestris (südlicher). Dazu gesellen sich Cetraria-, Stereocaulon- und Sphaerophorus-Arten ebenso Zwergsträucher (Ledum, Empetrum, Arctous, Phyllodoce, Vaccinium) und

Gräser (Carex rigida, Agrostis, Poa, Hierochloë, Luzula. In der östlichen **kontinentalen Tundra** mit ausgesprochener Schneearmut und häufigem Schneegebläse werden die schwach berindeten Cladonien durch die **Alectoria ochroleuca-Flechten-Tundra** mit Cetraria cucullata ersetzt. Nur die westliche Cladonia-Tundra bietet den Rentierherden eine gute Äsung. 1968 gab es in Nordsibirien 2400000 zahme Rentiere, die 50000 t Fleisch produzierten.

c) Moostundra

Sie besiedelt nasse, kalte, torfige und lehmige Gleyböden. Trockenste Ausbildung auf Sandböden mit Polytrichum hyperboreum, P. alpinum, P. piliferum und Flechten; relativ trockene Standorte mit Dicranum elongatum, Drepanocladus uncinatus, sowie Lebermoose. Moosmoore beherbergen in den nassen Schlenken Drepanocladus-, Calliergon- und Aulocomnium-Arten und auf den Bülten Polytrichum- und Sphagnum-Arten. Da Sphagneen noch keine geschlossene Decken bilden, entsteht kein Hochmoor. Die Moos-Tundra enthält auch viele krautige Pflanzen (Poa arctica, P. alpigena, Polygonum viviparum) sowie Zwergsträucher (Ledum palustre, Dryas octopetala, Salix polaris, S. reticulata, Vaccinium uliginosum, V. vitis-idaea) und Nadelwaldarten, die auf eine Waldbestockung im subborealen Wärmeoptimum weisen.

d) Zwergstrauchtundra

In der Zwergstrauchtundra bedecken Zwergbirken (Betula nana, B. exilis) oder Kriechweiden sehr weite Flächen. Stellenweise dominieren Ericaceen, wie Cassiope tetragona oder Phyllodoce coerulea auf der Kola-Halbinsel, sonst Arctous alpina sowie die pseudoarktischen Vaccinium vitis-idaea und Ledum decumbens, aber auch Diapensia lapponica oder Dryas octopetala. Die Vegetation besitzt oft Mosaikcharakter. Wiesenartige Flächen mit Gräsern (Phleum alpinum, Phippsia algida, Dupontia fischeri) oder Kräutern (Ranunculus nivalis, Rumex arcticus, Pachypleurum alpinum). Bei starker Beweidung bilden sich Festuca supina-Rasen. Nur bei winterlichem Schneeschutz gedeihen Zwergsträucher. Zwergkrüppelige Exemplare von Betula tortuosa (Kola), Fichte und Kiefer (Weißes Meer bis Ural auch Larix). In den **Flußtälern** wachsen schon mannshoch Salix phylicifolia (bicolor), S. lanata, S. hastata, S. lapponum, Alnus fruticosa, Sorbus glabrata und Ribes-Arten.

e) Waldtundra

Die Nordgrenze markiert das erste Auftreten einzelner, höherwüchsiger Bäume. Sie wird dort gezogen, wo innerhalb des im Süden geschlossenen Waldgebietes auf den Erhebungen die ersten Tundraflächen zerstreut auftreten und Sphagnum-Hochmoore durch Hypnaceen-Moore ersetzt werden. Der südlichste Teil bildet den Übergang zur Waldzone. Die nördlichsten Baumarten (2–10 m Höhe) wachsen an der polaren Grenze in geschützten Flußtälern mit tiefer auftauenden Standorten. Erste Baumgruppen stocken auf rasch erwärmenden, steinigen Böden, an lokalklimatisch begünstigten Südhängen und auf sandigen Rücken. Die polare Waldgrenze zeigt einen im Vergleich zu den Alpen umgekehrten, welligen Verlauf. Auf ebenen Wasserscheiden weicht sie weit nach Süden zurück und dringt in Flußtälern und Berggebieten weit nach Norden vor. Die polare Waldgrenze bilden auf der Kola-Halbinsel vor allem Betula tortuosa und B. kusmischeffii. Vom Weißen Meer bis zur Petschora herrscht Picea obovata vor. Die nördlichste Waldinsel mit Larix sibirica (Ary-Mass) befindet sich jenseits des Urals am Nebenfluß Nowaja der Chatanga in Zentralsibirien (72°40′).

Die lichten, geringwüchsigen (3–8/10 m) Waldbestände haben selten 100–150 Bäume/ha. In der Regel sind die Baumabstände 10–20 m, an der Waldgrenze bis 50/100 m und mehr; Wurzelkonkurrenz. Der Unterwuchs besteht aus Zwergsträuchern oder Moos-Flechten-Teppichen. Betula nana kann über hunderte von km den Unterwuchs bilden, oft auch Arctous alpina, Vaccinium, Phyllodoce, Dryas. Innerhalb der Waldtundrazone kommt mit Schwerpunkt die *Torfhügeltundra* vor, mit 3–4 m hohen Hügeln von 10–15 m Durchmesser oder länglichen Wällen

(3–10 m lang, 1–3 m breit, 1–1,5 m hoch). In feuchten Bachtälern stellt sich krautiger Unterwuchs ein, bei frischeren, kalkhaltigen Böden sogar Laubwaldarten. Im Norden und in höheren Lagen stocken fichtenreiche Kiefernwälder auf flachgründigen, trockenen Standorten.

Die **Grenze zwischen Wald- und Tundrazone** fluktuiert. Während des subborealen Wärme-Optimums lag sie bis 200 km weiter nördlich, wie das Vorkommen von Baumstümpfen im Torf nördlich der heutigen Waldgrenze beweist (WALTER 74). Geringere rezente Schwankungen bezeugen viele Baumleichen knapp nördlich der heutigen Grenze und vordringender Baumjungwuchs über die gegenwärtige Grenze der Waldbestände hinaus. Die polare Waldgrenze reagiert einerseits auf anthropogene Eingriffe besonders empfindlich, z.B. verstärkte Rentier-Weide, andererseits ist die beeinflußte Fläche wesentlich geringer als in der gemäßigten Zone (MIKOLA 71). Häufigere Samenjahre (Larix) und vegetative Vermehrung (Betula) begünstigen die Baumarten an der Waldgrenze, nicht dagegen seltene Reproduktion (Picea).

2. Boreale, nordrussische Nadelwaldzone (Taiga)

a) Dunkle Fichtenwald-Taiga

Der sich über 1750 km erstreckende boreale Nadelwald gliedert sich in eine nördliche, mittlere und südliche Taiga. Die helle Lärchen-Taiga tritt erst in Sibirien auf. Picea abies im Westen und Picea obovata im Osten dominieren in der zonalen Vegetation, während Pinus sylvestris auf durchlässigen, sandigen Böden und meist sekundär auf Waldbrandflächen verbreitet ist. Vereinzelt sind im Süden auf basenreichen Böden bereits Tilia cordata, Acer platanoides und Ulmus glabra beigemischt.

Moos-Fichtenwald (Piceetum hylocomietosum). Eine geschlossene Moosschicht kennzeichnet die zentrale Schlußwaldgesellschaft auf durchschnittlichen Standorten. Mit fortschreitender Vermoorung treten Fichtenwälder mit Polytrichum commune und schließlich mit Sphagnum in Kontakt mit Hochmooren auf. Ausschließlich in diesen Wäldern: Thelypteris phegopteris, Huperzia selago, Moneses uniflora, Epipogon aphyllus, Calypso bulbosa, Galium triflorum, Linnaea borealis. Weniger charakteristisch: Gymnocarpium dryopteris, Stellaria frieseana, Goodyera repens. Weitere Amplitude: Dryopteris carthusiana, Lycopodium annotinum, Paris quadrifolia, Corallorhiza trifida, Actaea spicata. Ausgeprägter Moosreichtum: Hylocomium splendens, Pleurozium schreberi, Ptilium crista-castrensis, Dicranum undulatum. SUKATSCHEW-ALECHIN haben die ökologischen Zusammenhänge analysiert. Bestimmte Typen kommen nur im Norden vor (Cladonia, Vaccinium, auch Oxalis), krautreiche (Galium odoratum) nur im Süden. Der Oxalis- und Farn-Fichtenwald ist am wüchsigsten. In der nördlichen Zone (IV-V) ist die Bonität wesentlich schlechter als in der mittleren Zone (III-IV, Abb. 47).

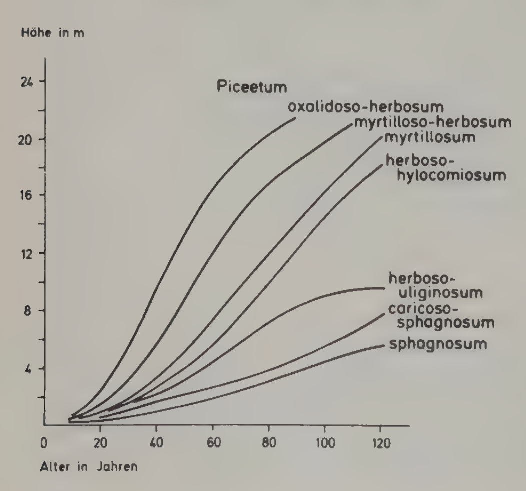


Abb. 47: Höhenwachstum der Fichte in verschiedenen Waldtypen der mittleren Taiga; kontinentale russische Nadelwaldzone (nach WALTER 74).

b) Nördliche Taiga-Wälder östlich von Archangelsk

Am Mittellauf der Pinega (SABUROV 72) wurde der Wald nach Dominanten der Baumschicht und Bio-Ökogruppen des Unterwuchses gegliedert. Wie in Skandinavien findet sich derselbe Unterwuchs unter verschiedenen Baumarten z.B. Piceetum, Laricetum und Pinetum myrtilletosum. Eine Unterart der sibirischen Lärche (Larix sukaczewii) ist hauptsächlich auf Karbonatgestein mit sibirischen Reliktarten beschränkt (Leucanthemum sibiricum, Anemone sylvestris, Astragalus frigidus). Neben Fichte treten noch Betula pubescens und Populus tremula auf. Auf frischeren bis feuchten Böden dominiert konkurrenzlos das Piceetum mit den Untereinheiten: Gymnocarpium dryopteris, Aconitum excelsum, (Paeonia anomala), Calamagrostis langsdorffii, Equisetum palustre, Carex limosa, Menyanthes trifoliata. Auf mäßig frischen bis mäßig trockenen Standorten treten Piceetum, Pinetum und Laricetum mit analogen Untergesellschaften auf: Vaccinium vitis-idaea, V. myrtillus (Trientalis europaea), wobei den Lärchenwald Atragene sibirica differenziert. Typische Lärchenwälder mit Geranium sylvaticum, Cypripedium calceolus, Vaccinium myrtillus. Auf dem trockensten Standort ist das Cladonio-Pinetum konkurrenzlos. Bei feucht-saurem Standort herrscht ebenfalls der Kiefernwald, sekundäres Maximum auf Hochmoor. Auf analogen, weniger extremen Standorten siedeln nebeneinander Piceetum und Pinetum mit Myrtillus-Empetrum, Ledum sowie Sphagnum, außerdem noch Piceetum mit Vaccinium uliginosum.

c) Östliche Wälder im Ural-Vorland

Im östlichen Teil der nordrussischen Taiga (Petschora-Ylytsch-Naturschutzgebiet) kommen schon sibirische Nadelbäume vor. Abies sibirica ist auf mäßig feuchten, nährstoffreichen Böden der Picea obovata wuchsüberlegen, frostresistenter, verträgt mehr Schatten und bildet an der subalpinen Baumgrenze sogar niedrige Gebüsche (Abies sibirica f. alpina). Durch Waldbrände hat die Schlußbaumart Areal verloren. Die bodenvage Pinus sibirica verträgt Frühjahrs-Überschwemmungen, so daß entlang der Flüsse oft reine Bestände stocken; auch an felsigen Standorten. Sie bildet im Gebirge die Waldgrenze. Dem Tannen-Fichtenwald ist die sibirische Zirbelkiefer vereinzelt beigemischt. Vorherrschend ist die dunkle Taiga mit Picea obovata, Abies sibirica und Pinus sibirica als zonale Vegetation. Reine Abies sibirica-Wälder finden sich hauptsächlich auf gut drainierten, lehmigen Auwaldstandorten. Auf Rendzina und flachgründigen Böden vermehrt sich Tanne vielfach vegetativ durch Bewurzelung niederliegender Äste in den mächtigen (10–30/40 cm) Moosteppichen.

Moosreicher Heidelbeer-Fichtenwald (Piceetum myrtilletosum): In dieser Schlußwaldgesellschaft auf Podsolböden dominiert Picea obovata (150–200/300 j., 20 m, 25 cm ∅), Abies sibirica beigemischt, sporadisch Pinus sibirica, Betula pubescens. **K:** Vaccinium myrtillus (dominant), Linnaea borealis, V. vitis-idaea, Orthilia secunda, Equisetum sylvaticum, ferner Dryopteris carthusiana, Oxalis acetosella. **M:** Hylocomium splendens, Pleurozium schreberi, Polytrichum commune, Ptilium crista-castrensis.

Heidelbeer-Zirbenwald (Pinetum sibiricae myrtilletosum): An steilen, felsigen Flußhängen (westlicher Ural) dominiert Pinus sibirica (200–250 j., 20 m, 40 cm ∅) begleitet von Picea obovata. Sorbus aucuparia, Rosa acicularis. **K:** Gymnocarpium dryopteris, Linnaea borealis. Mit beginnender Moorbildung werden Carex globularis und Polytrichum commune häufiger, Rubus chamaemorus und Sphagnum girgensohnii kennzeichnend. Bei fortgeschrittener Vermoorung noch Vaccinium uliginosum, Empetrum hermaphroditum, Ledum palustre, Chamaedaphne calyculata, während auf typischen Hochmooren (Andromeda, Vaccinium oxycoccus, Eriophorum vaginatum) die Fichte kümmert und Pinus sylvestris noch besser gedeihend eine Dauergesellschaft bilden.

Farnreicher Fichten-Tannen-Auwald (Piceo-Abietetum athyrietosum crenati): Zeitweise überschwemmte Auwälder mit 20 m hohen Abies sibirica-Picea obovata-Mischbeständen kennzeichnen Farne: Gymnocarpium dryopteris, Dryopteris carthusiana, Thelypteris palustris, Aconitum excelsum, Equisetum sylvaticum, Cacalea hastata, Pleurospermum uralense, Rhytidiadelphus triquetrus-Dominanz. In trockeneren Auwäldern Matteuccia struthiopteris, lokal Paeonia anomala.

d) **Wälder der mittleren Taiga-Zone** (Beloje Osero, Abb. 47)

Zwischen Onega-See, Rybinsker-Stausee sowie Wologda und Welsk (GAVRILOW-KARPOW 628) dominiert Picea abies mit geringer Beimischung von Betula pubescens (pendula) und Populus tremula. Pinus sylvestris tritt nur auf Sphagnum-Mooren auf. Bei 550 mm Jahresniederschlag und 1,8°C Jahrestemperatur (–12,3°C/16,7°C) ist das Gebiet relativ humid. Kalkreiche Moränen überwiegen.

Moosreicher Fichtenwald auf Podsol (Piceetum myrtilletosum): Auf den besten, schwach podsolierten Böden mit Oxalis-Dominanz dominiert Fichte (17–26 m, 16–26 cm ∅, 310–350 fm/ha). Spärlicher: Vaccinium vitis-idaea, Linnaea borealis, Majanthemum bifolium, Trientalis europaea. Nur in krautreicheren Typen Rosa acicularis, Ribes pubescens, Stellaria holostea, Milium effusum, Pulmonaria obscura, Actaea spicata.

Krautreicher Fichtenwald (Piceetum herbosum). In bodenfeuchten Senken entlang von Gewässern mit basen- und kalkreichem Hangzugwasser gedeihen auf mineralreichen Moder-Gley-Böden üppig Kräuter. In der Baumschicht dominiert Picea abies (19 m, 350 fm/ha; an nassen Stellen 13–15 m, 200 fm/ha) begleitet von Betula pubescens (Populus tremula). Auf Kahlschlägen viel Alnus incana (Prunus padus, Frangula alnus). **K:** Athyrium filix-femina, Aconitum excelsum, ferner Nässezeiger: Geum rivale, Crepis paludosa, Cirsium heterophyllum. Deckende Moosschicht: Rhytidiadelphus triquetrus, Hylocomium splendens, Pleurozium schreberi. Ausbildungen: Piceetum herboso-hylocomiosum auf torfigen Moder-Gleyböden, in nassen Senken sumpfiges herboso-uliginosum, filipendulosum an kleinen Wasserläufen und ein hochstaudenreiches Piceetum an rascher fließenden Wasserläufen auf schwarzen Moderböden.

Torfmoos-Fichtenwald (Piceetum sphagnetosum). Moorfichtenwälder mit dominierender Fichte (180–200 j., 10–12 m, 10–15 cm ∅, 80–90 fm/ha) sind kleinflächig verbreitet. Fichte wurzelt auf der wenig zersetzten, bis 80 cm dicken, sauren (pH 5–6) Torfauflage extrem flach. Zum dominierenden Vaccinium myrtillus treten Hochmoorarten (Rubus chamaemorus, Eriophorum vaginatum, Carex limosa), wobei Sphagnum girgensohnii et div. spec. stark decken.

Kiefern-Waldhochmoor (Pinetum ledetosum). In sehr feuchten, ebenen Senken auf mächtigen (0,6–3 m), mineralarmen, sehr sauren, physiologisch flachgründigen Torfböden, wird Fichte durch Pinus sylvestris abgelöst, die durch starkes Mooswachstum immer wieder neue Wurzelstockwerke bilden muß. Kiefer wächst sehr langsam (100 j., 9 m, 11 cm ∅, 100–200 fm/ha); durchschnittlicher jährlicher Höhenzuwachs 2 cm. Zwergsträucher dominieren: Chamaedaphne calyculata, Ledum palustre, Andromeda polifolia, Vaccinium uliginosum, V. oxycoccus, Eriophorum vaginatum, Drosera rotundifolia. Moosschicht mit Sphagnum-Dominanz (magellanicum, squarrosum, warnstorfii, russowii), auf Bülten Pleurozium schreberi.

e) **Lichte Kiefernwald-Taiga in Osteuropa**

Im boreorussischen Nadelwald (1906) kommt Kiefer (37–51%) häufig vor; lokal dominieren Fichte 32–37%, Betula 8–12%, Populus 5–7%, weiter im Osten Larix 3–7%, Abies bis 2,5%, Pinus sibirica bis 1%. Viele Kiefernwälder sind überwiegend gleichaltrig nach Waldbränden in den Trockenjahren (1715, 1765, 1790, 1825, 1895) aufgekommen und werden langsam von Fichte unterwandert; natürlicher Brand-Pionierwald. Hoher Populus- und Betula-Anteil deutet stets auf großflächige Verjüngung hin. In der Taiga werden zur Erzielung besserer Preiselbeer-Ernten Kiefernwälder mit altem Vaccinium vitis-idaea-Teppich gebrannt, um Verjüngung (Austreiben) und stärkeres Fruchten anzuregen. Azonal tritt der Kiefernwald auf trockenen Sandböden (Cladonia) und Wald-Hochmooren (Sphagnum) auf, wo auch nach Brand die Kiefer immer dominant bleibt. Den Flechten-Kiefernwald bei Moskau kennzeichnen: Chimaphila umbellata, Lycopodium anceps, Pyrola chlorantha, Goodyera repens, Carex ericetorum; im Westen auch Calluna vulgaris, ferner Schwerpunktverbreitung von Pulsatilla patens. Vom hohen Norden bis zur Steppenwaldzone besteht eine deutliche pflanzengeographische Differenzierung des **Cladonio-Pinetum.** Im Norden (Karelien) sind neben Calluna vulgaris, Vaccinium vitis-idaea und Empetrum hermaphroditum auch Hochmoorelemente (Ledum palustre, Vaccinium uliginosum) typisch. Südlich von Moskau dringen Waldsteppenelemente (Veronica spicata, Cytisus ruthenicus) und

Sandflurarten (Koeleria glauca, Jurinea cyanoides) ein (P. substepposum). An der Grenze zur Steppe kennzeichnen Euphorbia seguieriana, Helichrysum arenarium, Scabiosa ucrainica, Stipa pennata bereits einen typischen Kiefern-Steppenwald (P. stepposum).

F. Subboreale Laub-Mischwälder in Südskandinavien (Abb. 48)

Zwischen dem borealen Nadelwald und dem mitteleuropäischen Buchenwaldgebiet schiebt sich keilförmig eine Mischwaldzone mit Nadelwäldern, Laub-Nadelmischwäldern und kleinflächigen Edellaubbaumwäldern auf Spezialstandorten ein. In Norwegen existiert nur ein schmaler Küstenstreifen (Bergen bis südlich Oslo). Südlich von Uppsala (Schweden) markiert eine deutliche Grenze der Limes norrlandicus mit Konzentration mehrerer Arealgrenzen (z. B. Eiche, Esche). Bis hierher

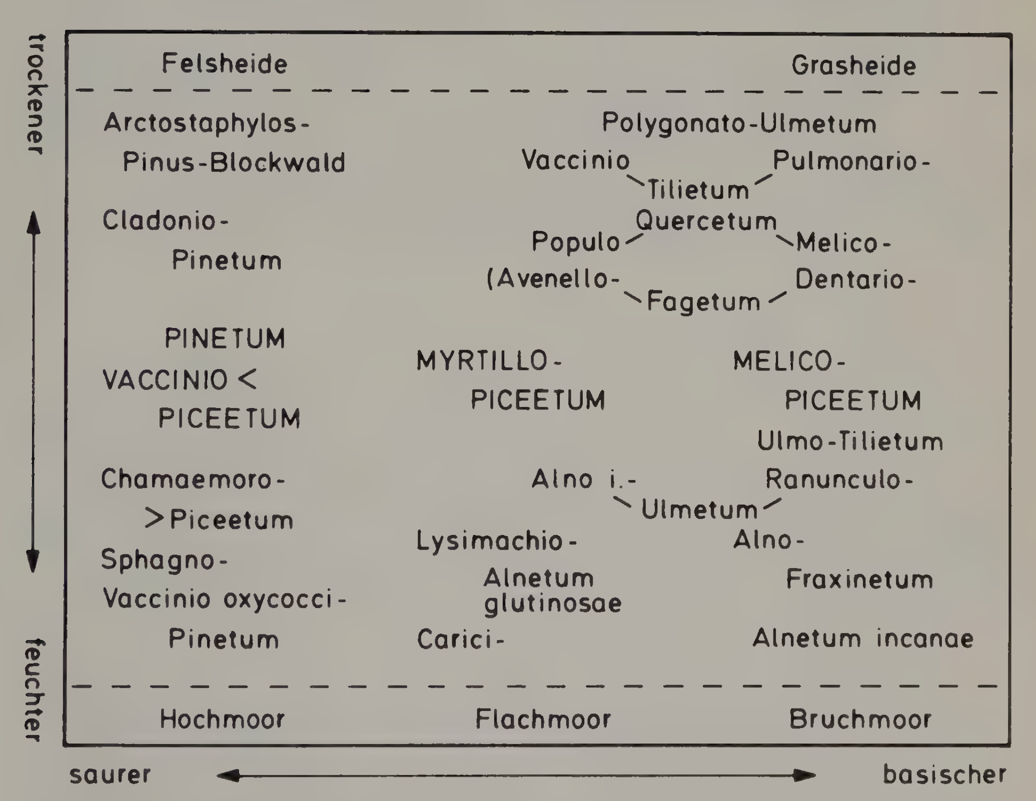


Abb. 48: Waldgesellschaftskomplex im subborealen Laub-Nadelmischwaldgebiet Skandinaviens (vgl. Klötzli 75). Der Kiefernwald ist auf die ärmsten, trockenen (sehr feuchten) Standorte beschränkt. Fichten-Schlußwälder dominieren auf durchschnittlichen Standorten unabhängig von der Basenversorgung. Edellaubbaumreiche Wälder, durchwegs mit Fichte, sind lokalklimatisch auf wärmebegünstigte und nährstoffreiche Standorte beschränkt und greifen nur vereinzelt auf bodensaure Standorte über. Der Buchenwald tritt erst südlicher auf.

reichen 170 Arten, das südliche Laub-Nadelwald-Mosaik hört auf und die boreale Flora verarmt ausgeprägt (ZOLLER 56, HULTÉN 50, FRIES 48). In Südfinnland wird nur ein küstennaher Strich besiedelt (JALAS 57), wobei Kontakt zum sarmatischen Nadel-Laubmischwald des Baltikums besteht. In dieser Zone sind Edellaubbäume regelmäßig in Hainfichtenwäldern beigemischt (Melico-Piceetum). Extrazonale Edellaubbauminseln sind nur an Sonderstandorten wettbewerbsfähig: ausreichende Basenversorgung, lokalklimatische Begünstigung, Südexposition, Windschutz, etwa 160 Tage mehr als 10°C. Südskandinavische Edellaubwälder nehmen fast das ganze Standortsspektrum der mitteleuropäischen Laubwälder von den Trockeneichenwäldern über die frischen Buchenwälder zu den feuchten Eschenwäldern ein. Sie besiedeln nährstoffreiche bis kalkreiche Böden, die nahezu vollständig landwirtschaftlich genutzt werden. Deshalb ist das mittelschwedische Gebiet so arm an Edellaubbaumwäldern (KLÖTZLI 75, BRÅKENHIELM-INGELÖG 72).

Grundgefüge der Laubwälder: B: Spitzahorn, Stieleiche, Winterlinde, Sandbirke, Fichte, Aspe, Sorbus intermedia (Hainbuche im Süden), meist auch Esche, Bergulme. **K:** Hepatica nobilis, Anemone nemorosa, Melica nutans, Oxalis, Geranium sylvaticum, Paris. Ferner: Actaea, Convallaria, Lathyrus vernus, Maianthemum bifolium, Milium effusum. **M:** Rhytidiadelphus triquetrus.

1. Bodensaure Eichenwälder (Quercion robori-petraeae)

Die nährstoffarmen Eichenwälder haben viele gemeinsame Arten mit den artenarmen Nadelwäldern. Im Randbereich und außerhalb des Fichtenwaldes werden bodensaure, sandige Böden, vor allem bei stärker ozeanischem Klima besiedelt. Bei Küstennähe werden sie im Süden durch bodensaure Buchenwälder ersetzt. Auch in Südskandinavien hat die Eiche anthropogen bedingt durch Weide- und Stockausschlagbetrieb ihr Areal gegenüber der Buche ausgedehnt (SEIBERT 66). **B:** Quercus petraea et robur. **K:** Avenella flexuosa, Maianthemum bifolium, Melampyrum pratense, Vaccinium myrtillus, ferner Lonicera periclymenum, Hieracium umbellatum, Holcus mollis, Pteridium aquilinum ssp. capense, Polytrichum formosum.

a) Aspen-Stieleichenwald (Populo-Quercetum, Abb. 49)

Die artenärmste, geringwüchsige (10–15 m) Gesellschaft auf nährstoffarmen, sandigen oder seichtgründigen Böden kommt in Südwestschweden, in Südnorwegen mit Traubeneiche, (auch Westjütland) vor. Gräser, Zwergsträucher, Moose treten hervor. Quercus robur-Baumschicht mit Populus tremula-Beimischung, Kiefer bei stärkerem anthropogenem Einfluß stets vorhanden. In der Krautschicht dominieren Melampyrum pratense, Pteridium aquilinum, ferner Polypodium vulgare, Vaccinium vitis-idaea, Trientalis europaea; Dicranum scoparium, Pleurozium schreberi, Dicranum majus. Nördlichster schwedischer Eichenwald am Dal-Älven bei 60°30′ N Breite. Die südostschwedische Quercus petraea-Avenella flexuosa-Gesellschaft (BERGLUND 63) gehört hierher, ebenso das Melampyro-Quercetum; Verwandtschaft zum Betulo-Quercetum.

b) Perlgras-Stieleichenwald (Melico-Quercetum, BJØRNSTADT n.p.)

Auf weniger bodensauren, nährstoffreicheren Standorten wird der Perlgras-Fichtenwald im südlichsten Norwegen und in Südwestschweden (Dänemark) von einer analogen Eichenwaldeinheit abgelöst. **B:** Quercus robur, Betula pendula. **K:** Anthoxanthum odoratum, Lathyrus montanus, Luzula pilosa, Melampyrum pratense, Melica nutans et uniflora, Poa nemoralis. **M:** Brachythecium velutinum, Isothecium myurum. Die Stellaria holostea-Gesellschaft (BERGLUND 63) mit Tilia cordata (Ulmus glabra; Abb. 49) stellt eine östliche Variante dar. Das Melico-Quercetum ist arten- und nährstoffreicher als das mitteleuropäische Fago-Quercetum, da an der nördlichen Arealgrenze die Konkurrenzkraft der Buche herabgesetzt ist (Abb. 49).

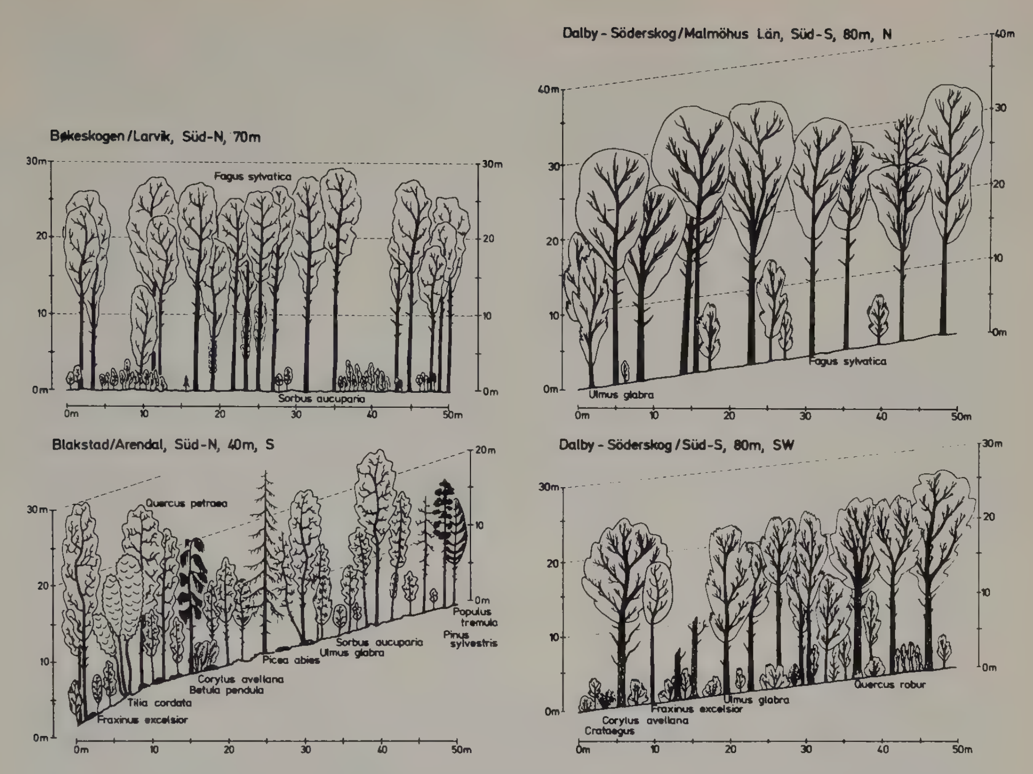


Abb. 49: Südskandinavische Laubwälder. Bodensaurer Avenella flexuosa-Buchenwald, Farn-Variante (Athyrium filix-femina) bei Larvik. Typischer Perlgras-Braunerde-Buchenwald bei Dalby. Bodenfeuchter Bergulmen-Stieleichenwald mit Stachys sylvatica in Dalby. Bodensaurer Aspen-Traubeneichenwald mit Kiefer-Fichte in Blakstad.

2. Blockwälder

a) Trockener Eschen-Ulmen-Felswald
(Polygonato odorati – Ulmetum glabrae, Klötzli 75)

Diese extremste Laubwald-Pioniergesellschaft besiedelt trockene, flachgründige Felsrücken vornehmlich in seenahen Südlagen (Kiefernwälder auf noch extremeren Felsstandorten) mit mäßig sauren, sehr flachgründigen Rankern. Geringwüchsige (5–10/20 m), krüppelig ausgeformte Baumschicht mit Bergulme, Winterlinde, Stieleiche, Esche, Spitzahorn. Neben der artenreichen Strauchschicht wärmeliebende Arten: Rosa villosa, Trifolium medium, Laserpitium latifolium, Campanula persicifolia. Juniperus communis-Ausbildung auf flachgründigen Standorten im Norden; auch anthropogen bedingtes Degradationsstadium. Die Tilia cordata-Subassoziation auf grobblockiger Moräne mit Viburnum opulus, Lonicera xylosteum, Hepatica nobilis leitet zum Block-Lindenwald über; Langøya/Oslofjord, Marker (68).

b) Spitzahorn-Winterlinden-Blockwald
(Vaccinio vitis-idaeae-Tilietum cordatae, Klötzli 75)

Diese seltene Pioniergesellschaft bestockt ziemlich trockene und mäßig steile, feinerdearme Blockschutthaufen oder Granithänge mit humoser Spaltenfüllung, im Norden vollständig vom

Nadelwald eingeschlossen. Typische kurzschaftige Linden-Dauergesellschaft mit Spitzahorn (15 m). Die stark sturmgefährdete Fichte ist reichlich in der Mittelschicht. Linde bildet viele Stockausschläge. Dichte Strauchschicht mit Hasel, Lonicera xylosteum. Lockere Krautschicht mit Säurezeigern: Linnaea borealis (Norden), Melampyrum sylvaticum, Pleurozium schreberi, Hylocomium splendens, aber auch Galium odoratum, Geranium robertianum, Polypodium vulgare (Polypodio-Tilietum, vgl. MAYER 74), Hepatica nobilis, Convallaria majalis, Actaea spicata.

c) Stieleichen-Winterlindenwald
(Pulmonario officinalis-Tilietum cordatae, KLÖTZLI 75)

Sandig-grobblockige, feinerdereiche südseitige Blockschuttstandorte mit frischen, nährstoffreichen (Ranker-) Braunerden, besiedelt die fortgeschrittenere Blockwaldphase. Die eichenreichen Mischwälder sind relativ wüchsig (20–25 m); Winterlinde, Spitzahorn, Stieleiche. Artenreiche Strauchschicht: Eberesche, Hasel, Ribes alpinum, Lonicera xylosteum. **K:** Calamagrostis arundinacea hervortretend; spezifisch Veronica chamaedrys; im Süden Galium odoratum, Hedera helix, Melica nutans; auch Feuchtezeiger: Aegopodium podagraria, Dentaria bulbifera. Der Hasel-Fichtenwald mit Winterlinde ist vergleichbar; z.B. Jungfrun-Insel (OTTOSEN 65), Öland, Oslofjord.

3. Bergulmen-Lindenwald (Ulmo glabrae-Tilietum cordatae, KIELLAND-LUND 67)

Auf wärmebegünstigten (Sonnseiten), nährstoffreicheren, nachhaltig frischen Lehmstandorten geht diese thermophile Gesellschaft am weitesten nach Norden (Abb. 50). Enger Kontakt besteht zum Ulmen-Eschenwald. Im Süden ist der Braunerde-Buchenwald auf analogen Standorten konkurrenzkräftiger. In der Baumschicht dominieren Acer platanoides, Fraxinus excelsior, Ulmus glabra; kennzeichnend Prunus avium, Tilia cordata. Strauchschicht mit Corylus avellana, Lonicera xylosteum, Prunus padus-Ausbildung. Krautschicht-Dominante: Hepatica nobilis, Carex digitata, Dryopteris filix-mas, Viola riviniana. **CA:** Actaea spicata, Corydalis fabacea, Lathyrus vernus, Viola mirabilis, Sanicula europaea, ferner Campanula trachelium, Bromus benekenii, Pulmonaria officinalis. Die Gesellschaft steht zwischen dem Linden-Blockwald und dem bodenfrischen Eschen-Ulmenwald. Westnorwegische Ulmenwälder sind Vikarianten des mitteleuropäischen Aceri-Tilietum oder des Bergahorn-Schluchtwaldes; Bergulmen-Schluchtwald bei Siljan-Mora. In Südskandinavien vollzieht sich ein Gesellschaftswechsel von reinen Bergulmenwäldern im hyperozeanischen Westnorwegen über den Ulmen-Lindenwald im Übergangsklima Ostnorwegens zum Lindenwald mit Ahorn und Eiche, aber ohne Ulme im kontinentaleren Ostschweden. Das Ulmo-Tilietum mit Lathyrus vernus (Calamagrostis varia) gehört hierher; Oslo-Fjord. Vikariierende Einheiten im Südost-Baltikum und bei Leningrad (LINKOLA 29, PASSARGE 72). Übergang zum Stieleichenwald mit Fichte, Spitzahorn ohne Winterlinde an der nördlichen Arealgrenze, Kungshamn Morga bei Uppsala. Lindeninsel Nolmyra bei Bandar-bolund.

4. Frischer Ulmen-Eschenwald (Ranunculo ficariae-Ulmetum glabrae, KLÖTZLI 75, Ulmo-Fraxinetum, SJÖGREN n. p.)

Steilhang-Standorte mit nährstoffreichen, schwach sauren, frischen Braunerden bis feuchten, pseudovergleyten Moränenböden werden besiedelt (Abb. 36). Geschlossene wüchsige Baumschicht (25 m) mit Bergulme, Esche, Spitzahorn, Winterlinde, im Süden auch Hainbuche, Stieleiche. Gut entwickelte Strauchschicht: Viburnum opulus, Prunus padus. Dichte Krautschicht: Mercurialis, Stachys sylvatica, Gagea lutea, Carex sylvatica, Listera ovata, im Süden auch Anemone ranunculoides, ferner Aegopodium podagraria, Corydalis pumila. **M:** Eurhynchium striatum, Anomodon longifolius. Diese typische Arealrandgesellschaft steht dem subatlantischen Stellario-Carpinetum und dem Querco-Ulmetum (TÜXEN 51) des Auwaldes nahe. Vergleichbare

Einheiten im Baltikum und im Urwald Bialowies (LINKOLA 29, PASSARGE 72). Reservat Vreta Udd bei Uppsala (Fritillaria meleagris).

Eine feuchte, wüchsige (25 m) *Geum rivale-Ausbildung* besiedelt sandig-tonige bis wechselfeuchte Braunerdegleye (Pseudogleye). Im Norden differenziert Alnus incana. S: Ribes alpinum, Viburnum alpinum. Feuchtezeiger trennen: Filipendula ulmaria, Crepis paludosa, Equisetum pratense; im Süden auch Geophyten (Corydalis). Moosschicht gut entwickelt: Mnium undulatum, Eurhynchium striatum (Norwegen, STØRMER 38; Baltikum, LINKOLA 29).

5. Weißerlen-Bergulmen-Tobelwald

(Alno incanae-Ulmetum glabrae, KLÖTZLI 75, Abb. 50)

Auf grundfeuchten, unkonsolidierten steilen Tobelhängen mit basenreichen Braunerden stocken bei luftfeuchtem Schluchtklima plenterartig aufgebaut, bis 20 m hohe Bestände mit Ulme, Spitzahorn, Weißerle, Eberesche, im Süden auch Esche dominierend. Krautschicht üppig und hochstaudenreich, besonders auffallend Matteuccia struthiopteris und Feuchtigkeitszeiger: Geum urbanum, Equisetum pratense, Mnium undulatum, Eurhynchium swartzii. Im Osloer Becken eine Alno-Fraxinetum mit Adoxa moschatellina, in Säterdalen verarmt mit Weißerle; vikariierende boreale Rasse des Aceri-Fraxinetum.

6. Subboreale Auwälder

Esche oder Weißerle dominieren in bodenfeuchten Laubwäldern mit vergleyten, sehr nährstoffreichen Böden in Bachtälern und entlang von Flüssen; Auwaldcharakter. Typische Alnio-Padion-Arten in der Baumschicht: Alnus incana, Prunus padus. K: Chrysosplenium alternifolium, Equisetum pratense, Humulus lupulus, Festuca gigantea, Filipendula ulmaria, Impatiens noli-tangere, Matteuccia struthiopteris, Stachys sylvatica, Stellaria nemorum, Cirriphyllum piliferum.

a) Mandel-Weidengebüsch (Salicetum triandrae)

Weidengebüsche an Flüssen sind nur kleinflächig konkurrenzkräftig; in SO-Norwegen am Rande des Pruno-Alnetum, (KIELLAND-LUND, 81). Nur Salix triandra (kennzeichend) und S. daphnoides bilden entlang größerer Flüsse schmale, oft überschwemmte Gebüschstreifen auf Sandbänken. Die Gesellschaft stockt flußnäher und tiefer als der Traubenkirschen-Weißerlen-Wald. CA: Equisetum arvense, Mentha arvensis, Ranunculus repens, Agrostis stolonifera, Phalaris arundinacea. Salix daphnoides wächst meist vereinzelt auf grobkörniger Unterlage. Dichte Bachweidengebüsche mit Salix lapponum und phylicifolia im hohen Norden (Pallastunturi).

b) Traubenkirschen-Weißerlenwald (Pruno padi-Alnetum incanae)

Bei überdurchschnittlicher Durchfeuchtung und guter Nährstoffversorgung kommt auf Bach- und Fluß-Standorte beschränkt die Gesellschaft ohne südliche Elemente bis zum hohen Norden vor (Lappland-Finnmark), die auch entlang des Bottnischen Golfes auf erhöhten Uferstreifen Bestände bildet. B: Alnus incana und Prunus padus; Ribes spicatum. K: Anemone nemorosa, Matteuccia struthiopteris, ferner Equisetum pratense, Paris quadrifolia, Valeriana procurrens, Cirriphyllum piliferum; auch grasreiche Ausbildung mit Ulmus bei Bergen (HESJEDAL 75). Der boreale Traubenkirschen-Weißerlenwald ist eine stabile Dauergesellschaft, die das Endstadium der Vegetationsentwicklung darstellt ohne spätere Konkurrenzierung durch Fichte oder Edellaubbäume. Außerdem ist die ökologische Amplitude der Weißerle viel breiter als alpin, wie bessere Wüchsigkeit, höheres Alter (bis 100 Jahre) und ausgeprägterer Pioniercharakter, auch auf nährstoffärmeren Standorten, belegen.

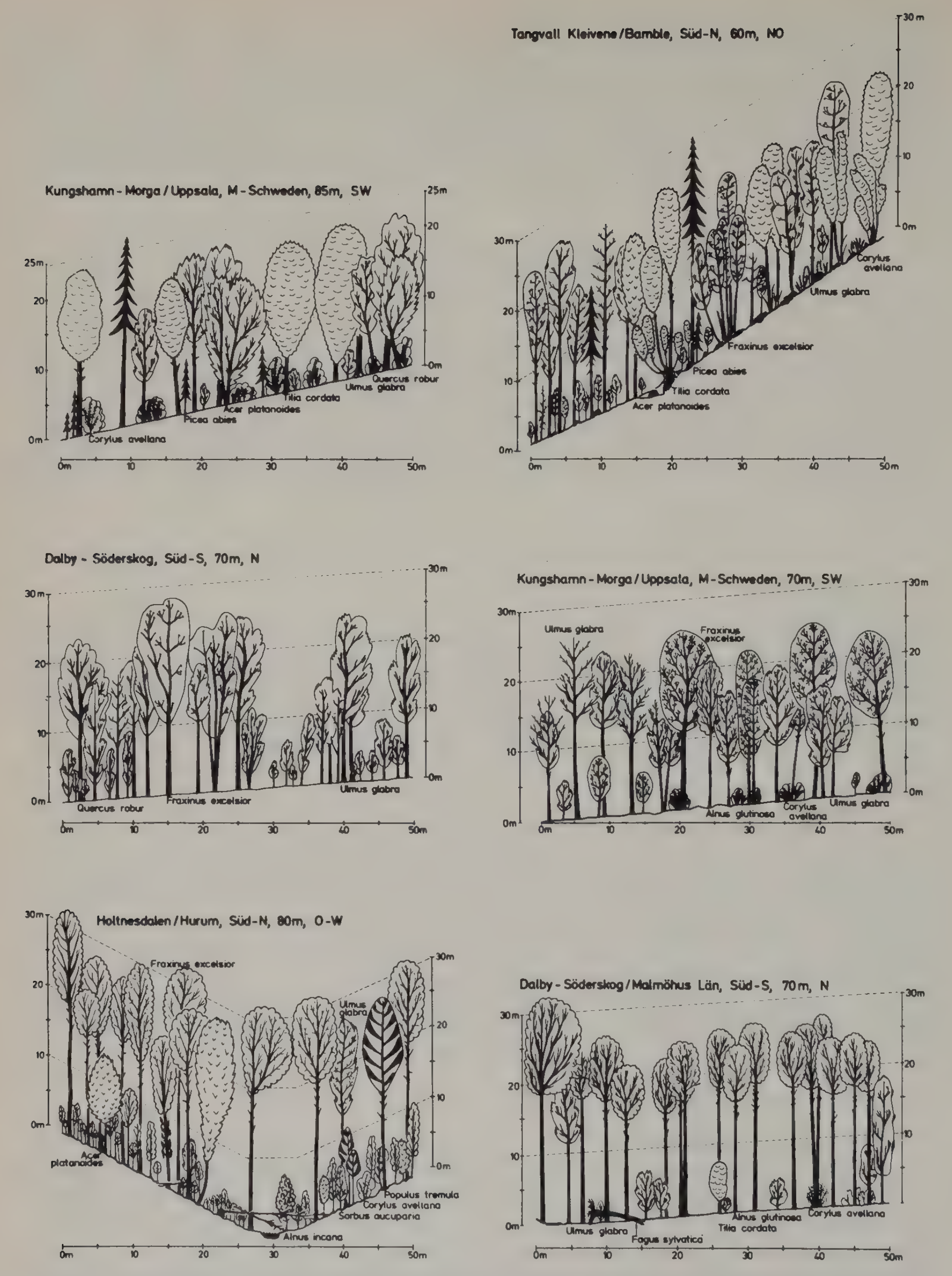


Abb. 50: Laubmischwälder in Südskandinavien. Frischer Bergulmen-Lindenwald (Uppsala, 85 m) auf Lehm-Unterhangstandort. Grobblockschutt-Spitzahorn-Winterlindenwald in Bamble/Südnorwegen, basenreiche Asperula-Actaea-Ausbildung. Frischer Allium ursinum-Ulmen-Eschenwald mit Stieleiche in Söderskog (70 m). Bodenfeuchter Stachys sylvatica-Ulmen-Eschenwald bei Uppsala (70 m) mit starkem Ulmensterben. Weißerlen-Eschen-Tobelwald (Alno incanae-Fraxinetum) im norwegischen Naturschutzgebiet Holtnesdalen. Südschwedischer (Malmöhus Län, 70 m) Carex remota-Schwarzerlenwald auf Gleyböden.

c) **Weißerlen-Eschenwald** (Alno incanae-Fraxinetum)

Die von Esche beherrschte Bachtälchen-Gesellschaft auf Braunerde-Gleyen in steilen Talgräben ist auf die südlichste Nadelwaldregion beschränkt. **B:** Fraxinus excelsior, Alnus incana. **CA:** Campanula latifolia, Filipendula ulmaria, Paris quadrifolia, Ranunculus ficaria, Stellaria nemorum, ferner Gagea lutea, Chrysosplenium alternifolium. **M:** Cirriphyllum piliferum, Eurhynchium zetterstedtii, Mnium undulatum. Im Vergleich zum Traubenkirschen-Weißerlenwald werden stabilere und weniger vergleyte Böden mit höherer Lage über dem durchschnittlichen Wasserstand besiedelt; gelegentlich primäres Sukzessionsstadium zum reifen Hartholz-Auwald (Ulmo-Quercetum). Die Einheit korrespondiert zum bodensauren Schwarzerlen-Eschenwald (Alno glutinosae-Fraxinetum) in Westnorwegen (KORSMO 75) mit ozeanischen Differentialarten. In Südfinnland analoge Einheiten.

d) **Schachtelhalm-Eschenwald** (Equiseto hyemalis-Fraxinetum, Abb. 50)

In dieser seltenen Gesellschaft an Quellmulden in sehr niederschlagsreichen Gebieten (Oslo-Fjord) dominiert die gut geformte wüchsige Esche (25–30 m), von Weißerle begleitet. **K:** Athyrium filix-femina, Filipendula ulmaria, Carex remota, ferner Equisetum arvense, E. sylvaticum. **CA:** Geum rivale, Carex remota, Crepis paludosa, Carex sylvatica. **M:** Brachythecium rivulare, Thuidium tamariscinum. Diese Gesellschaft entspricht dem alpinen oder westeuropäischen Seggen-Eschenwald mit Weiß- und Schwarzerle (Carici remotae-Fraxinetum).

7. Subboreale Bruchwälder

a) **Reitgras-Lorbeer-Weidengebüsch** (Calamagrostio purpureae-Salicetum pentandrae, KIELLAND-LUND 81)

Die artenreichen Bruchwald-Weidenbestände im Kontakt mit Fichtenwald stocken an bültigen, bodenfeuchten Unterhängen. Bezeichnend: Alnus incana, Picea abies, Salix myrsinifolia. In der Krautschicht: Calamagrostis purpurea, Equisetum sylvaticum, Carex brunnescens ssp. vitilis, Carex canescens, Carex vaginata. **M:** Sphagnum palustre, Sph. warnstorfii. In kontinentalen Gebieten mit seltenen östlichen Arten: Carex disperma, Carex loliacea, Glyceria lithuanica.

b) **Schwarzerlen-Bruchwald** (Alnion glutinosae)

Der Seggen-Schwarzerlenwald stockt auf Bruchmoortorf und der Wolfstrapp-Schwarzerlenwald auf vergleyten Mineralböden. Außerdem Schwarzerlen-Pionierbestockungen auf weniger feuchten Böden im sehr niederschlagsreichen Westnorwegen. **CA:** Alnus glutinosa, Salix cinerea, S. aurita, Frangula alnus, Lysimachia vulgaris, Carex riparia, Mnium hornum, M. punctatum.

Seggen-Schwarzerlenwald (Carici elongatae-Alnetum glutinosae boreale, KIELLAND-LUND 81)

Sporadisch auf Bruchmooren, in abflußlosen Senken und bei dauernd hochanstehendem Stauwasser. Deutliche Schwarzerlen-Stockausschlagbülten sind vorhanden. **B:** Alnus glutinosa, Betula pubescens, Picea abies, ferner Alnus incana (Kontakt zum Chamaemoro-Piceetum). **K:** Athyrium filix-femina, Calla palustris, Caltha palustris, Cardamine amara, Dryopteris carthusiana, Filipendula ulmaria, Galium palustre, ferner Calamagrostis canescens, Lysimachia thyrsiflora. **M:** Brachythecium rivulare, Calliergon cordifolium, Climacium dendroides, Sphagnum squarrosum. In SO-Norwegen bildet das **Farn-Weidengebüsch** (Dryopterido thelypteris-Salicetum cinereae) an Seeufern und auf nassen Torfböden die Pioniergesellschaft.

Friedlos-Schwarzerlenwald (Lysimachio vulgaris-Alnetum glutinosae, KIELLAND-LUND 81)

Die reichste Alnus glutinosa-Gesellschaft stockt auf vergleyten Mineralböden mit schwach bewegtem Stauwasserstand an Seeufern oder an flachen Stränden. Unter der mäßig wüchsigen und schlecht ausgeformten Schwarzerle kennzeichnen die Bodenvegetation: Caltha palustris, Equisetum arvense, Filipendula ulmaria, Lysimachia vulgaris, ferner Ribes nigrum, Lycopus europaeus (früher Lycopo-Alnetum), Peucedanum palustre, Solanum dulcamara.

Der **Schwarzerlen-Küstenwald** entlang des Oslo-Fjordes ist ähnlich wie an der baltischen Küste aufgebaut. Mit abnehmender Beweidung breitet sich diese Gesellschaft wieder stark aus. In Finnland (LINKOLA 24) gesellt sich auch Ulmus laevis dazu. Ausbildung mit Iris pseudacorus und Ribes nigrum.

8. Laubwiesen in der südskandinavischen Mischwaldzone

In Süd- und Mittelschweden (HESSELMANN 04) sowie in Südfinnland (CEDERKREUTZ 27) prägen ähnlich wie im Baltikum lockere, parkartige Wiesenwälder bis baumbestandene Waldwiesen vom Hainwaldtypus die Landschaft. Artenreicher Baumbestand: Stieleiche, Winterlinde, Sand- und Moorbirke, Bergulme, Spitzahorn, Schwarzerle, Esche, Aspe. Vielfältige Sträucher: Corylus, Crataegus, Lonicera xylosteum, Rosa, Ribes, Berberis, Viburnum opulus. In der Bodenvegetation viele Waldarten: Milium effusum, Paris, Dentaria bulbifera, Melica nutans, Anthoxanthum odoratum, Maianthemum bifolium. Die Erhaltung dieser altertümlichen Bewirtschaftungsform (Aststreugewinnung zur Fütterung in Notzeiten) ist auch landschaftsökologisch erwünscht; z.T. Hutweiden (STEEN 54).

9. Südskandinavischer Buchenwald

Buchenwälder grenzen in Südnorwegen direkt an die boreale Nadelwaldregion, werden in Schweden vom subborealen Laub-Nadelmischwald abgelöst und fehlen im kontinentalen Südfinnland. Mit dem geschlossenen Auftreten der Buchenwälder (gleichzeitig Fichten-Arealgrenze) beginnt die mitteleuropäische Eichen-Buchenwaldregion. Im äußeren Süden und Südwesten Norwegens kommen noch von der Küste bis 25 km landeinwärts relativ vitale Buchenwaldreste von Larvik bis knapp nördlich Bergen vor, die vegetationsgeschichtlich nicht alt sind (1500 Jahre). Das Areal ist anthropogen aufgelöst durch Rodung, Weide, Streunutzung und Schneitelung. In Norwegen sind diese Buchenwälder meist azonal, da boreale Birken- und Kiefernwälder bis in unmittelbare Meeresnähe gedeihen. Nach zunehmender Bodenfruchtbarkeit treten Gesellschaften mit Avenella flexuosa, Melica uniflora und Esche auf. In Südschweden unterscheidet PASSARGE (65): Vaccinium myrtillus-Buchen-Heidewald (Myrtillo-Fagion) auf ärmeren Sanden, Maianthemum-Buchenwald (Luzulo-Fagion) auf lehmigen und Melica uniflora-Buchenwald (Asperulo-Fagion) auf basenreichen Standorten, ferner Sonderstandorte mit Farn-Buchenwald auf frischen und reichen Schatthängen und Calamagrostis arundinacea-Buchenwald auf sonnseitigen, verhagerten Oberhängen (Leucobryum glaucum).

a) Drahtschmielen-Buchenwald (Avenello-Fagetum, PASSARGE 65)

Die bodensaure Gesellschaft entspricht dem mitteleuropäischen Luzulo luzuloidis-Fagetum (LINDQUIST 31, PASSARGE 65/66, LINDGREN 70). Die Buche baut reine, schichtungsarme Hallenbestände mittlerer Wuchsleistung (20–25 m), aber nur mäßiger Ausformung auf, knickige Schäfte, Besenkronen durch Frostschäden. Bei bodenfrischer Ausbildung, z.B. Bokskøgen Larvik sind Wuchs (25–35 m) und Ausformung wesentlich besser (Abb. 50). Artenarme Bodenvegetation: Luzula pilosa, Oxalis acetosella, Anemone nemorosa, gelegentlich Vaccinium myrtillus

(ärmste Variante), ferner Carex pilulifera, Maianthemum bifolium. **M:** Polytrichum formosum; Vaccinium myrtillus- und Athyrium filix-femina-Ausbildungen in SO-Norwegen (Kielland-Lund 81). Floristische Unterschiede zwischen norwegischen, schwedischen und dänischen Ausbildungen sind infolge der edaphisch bedingten Artenarmut nur gering. Mitteleuropäische Buchenwälder unterscheiden sich durch Luzula luzuloides und andere Artenkombinationen.

b) **Zahnwurz-Buchenwald** (Dentario bulbiferae-Fagetum)

In Südostnorwegen (Kielland-Lund 81) und in Südschweden (Lindgren 70) kommen wüchsige und gutgeformte Braunerde-Buchenwälder auf basenreicheren Standorten vor. **CA:** Galium odoratum, Festuca altissima, am Oberhang im Kontakt mit dem Avenello-Fagetum, am Unterhang mit Gymnocarpium dryopteris zu farnreichen Eschen- oder Fichtenwäldern. Ferner: Anemone nemorosa, Athyrium filix-femina, Oxalis. Im norwegischen Vestfold (Kielland-Lund 71) tritt das vikariierende, für Mitteleuropa besonders charakteristische Dentario-Fagetum reliktisch auf. Erst in Dänemark Kalkbuchenwälder (Carici- und Cephalanthero-Fagetum).

c) **Perlgras-Buchenwald** (Melico uniflorae-Fagetum)

Die reinen, artenarmen Buchenwälder stocken auf nährstoffreicheren, sandigen bis lehmigen Braunerden. Buche dominiert in der Baumschicht (Abb. 49). Die meisten Verbandscharakterarten fehlen. Krautschicht mit Anemone nemorosa, Oxalis, Stellaria nemorum ssp. glochidisperma, ferner Milium effusum, Galium odoratum, Neottia nidus-avis. In Südschweden (Lindgren 70) eine Lamiastrum galeobdolen-Gesellschaft.

d) **Eschen-Buchenwald** (Fraxino-Fagetum, Scamoni 50)

Auf nachhaltig frischeren Böden charakterisiert diese Gesellschaft den kühl-feuchten Buchen-Grenzstandort (Asperulo-Fagion). Esche und Spitzahorn dominieren als Pioniere in frühen Anwuchsphasen. Buche unterwandert diese Vorwaldbestockung, überwächst später die Edellaubbäume und setzt sich im Schlußstadium verstärkt durch. Baumschicht mit dominierender Buche und Esche. **K:** Allium ursinum, Anemone nemorosa, A. ranunculoides, Carex sylvatica, Circaea lutetiana, Corydalis cava, Hordelymus europaeus, Galium odoratum, Mercurialis perennis, Ranunculus ficaria. Die meisten Gesellschaftsstandorte wurden schon früh für Wiesen und Weiden gerodet.

G. Waldbauliche Charakteristik (Kalela 61, Børset 67, 80)

1. Standort

Das boreale Klima mit kurzer Vegetationszeit und relativ geringen Niederschlägen nivelliert die Vegetation, so daß großflächige, einheitlich erscheinende Nadelwälder auftreten. Im Vergleich zu analogen subalpinen Standorten der Alpen, wird der Wuchs entscheidend durch den sommerlichen Langtag begünstigt. Nur lokal treten gefährdende Schneefälle auf (Kuusamo/Finnland). Am Westabfall der Skanden und im Nordwesten tragen hohe Niederschläge und die häufig und stark wehenden Winde entscheidend zur Erniedrigung der Waldgrenze bei. Uniformierend wirken weiter die dominierenden fluvoglazialen Silikatablagerungen (Moränen, Sande) mit häufigem Wassermangel (Heidewaldstandorte).

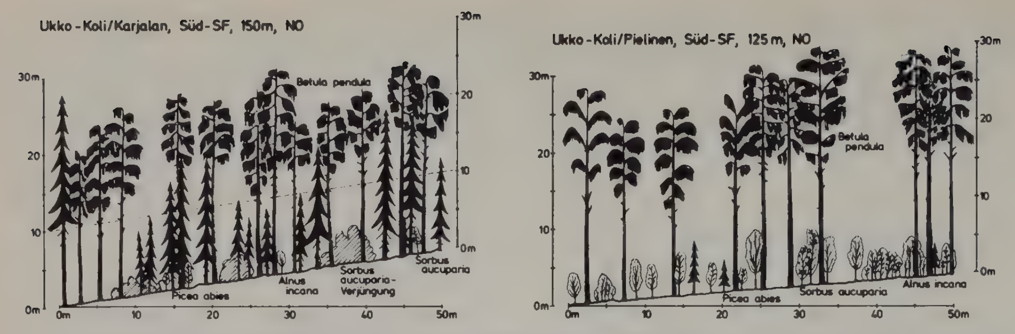


Abb. 51: Maserbirkenbestände von ausgezeichneter Wüchsigkeit (Furnierholz-Dimensionen) sind auf frische und basenreiche Standorte von Hainwaldcharakter beschränkt; Melico-Piceetum-Charakter, Oxalis-Majanthemum-Typ (Koli, 150 m). Der Optimalbestand Koli 125 m unmittelbar am Pielinen-See ist farnreich.

2. Auftreten typischer Standortsrassen

Der lappländische Zwangswechsel trug bei der postglazialen Einwanderung von Norden nach Süden zur Baumartenarmut bei. Dadurch erfolgte eine genetische Selektion nach Langsamwüchsigkeit durch kurze Vegetationszeit und Schmalkronigkeit als Anpassung an extreme Schneeverhältnisse. Nordische Bäume sind genetisch fixierte Langtag-Typen, die beim Anbau im mitteleuropäischen Kurztag wohl gut geformt bleiben, aber unterdurchschnittlich wachsen. Die Erhaltung der heimischen Standortsrassen ist vordringlich.

Kiefer: Die nordische Kiefer formt sich auf durchschnittlichen Standorten bei guter Astreinigung geradschaftig, schlank, schmalkronig aus (waagrechte Zweigstellung) und ist daher schneebruchresistent. Auch bei Einzelstand erwächst sie bei weitem nicht so brausch wie mitteleuropäische Ökotypen. Auf flachgründigen Standorten (Gletscherschliffe, Moorrandwald) wird sie umweltbedingt kurzschaftig und breitkronig.

Fichte: Bei Picea abies, gegen Osten P. obovata, herrschen schmal- bis spitzkronige Platten-(Bürsten-)Fichten vor mit guter Schneebruchresistenz, aber gebremster Wuchsenergie. Bei der Einwanderung der südschwedischen Fichte (Kiellander 60) mit eingeschränkter Variabilität gingen längere Zeit wüchsigere Biotypen durch Selektion verloren. Deshalb können von der autochthonen langsamwüchsigeren Schwedenfichte nicht mit den gleichen Erfolgsaussichten Spitzenprovenienzen ausgelesen werden wie von Kontinentfichten (Mitteleuropa). Nach Anbauversuchen erreichten mitteleuropäische Fichtenprovenienzen (Karpaten, Mittelgebirge) in der günstigeren Klimazone vielfach nach 10 Jahren eine 20% größere Mittelhöhe.

Birke: Der geradschaftige, sehr hellborkige und langlebige (80–150 Jahre) Ökotyp produziert als typischer Waldbaum Nutzholz. Maserbirken liefern ein besonders wertvolles Furnierholz (Abb. 51). Aspe ist durch gute Form und Langlebigkeit ebenfalls nutzholztauglich.

3. Produktionsziele

a) Waldfunktionen

Nach der Wald-Funktionen-Kartierung in Finnland (Mikola 76) werden 90% der Fläche von Produktionswäldern eingenommen, 7,5% Schutzwald mit sekundärer Ertragsfunktion, 2% Nationalparke und Reservate, 0,5% Erholungswald mit intensiver bis extensiver Nutzung (z.B. Helsinki; Oslo, Stockholm und Umgebung). In der Umgebung großer Städte wurden Einrichtungen für den Erholungswald geschaffen (Campingplätze), wobei störende forstwirtschaftliche Maßnahmen ausgeschaltet bleiben: große Kahlschläge, Monokulturen, Moordrainage, Biozide,

Düngung. Große Bedeutung hat in Norwegen die Anlage von Fischteichen; Fischer sind zahlreicher als Jäger. Die Gefahr der Verhüttelung des Waldes durch Zweitwohnungen wird immer größer.

b) Produktionsspektrum

Die Bedeutung der drei Hauptbaumarten für die Holzproduktion (Holzreserve) geht aus dem stehenden Vorrat (Mill. Vfm ohne Rinde) hervor (Aaltonen 49).

	Kiefer	Fichte	Birke
Norwegen	89	171	47
Schweden	573	596	188
Finnland	661	405	251

Da sich der boreale Nadelwald über nahezu 1500 km Länge erstreckt, bestehen große Zuwachsunterschiede, wie Auswirkungen der Vegetationszeitwärme auf den Höhenzuwachs von Fichte und Kiefer in Süd- bis Nordfinnland belegen (Heikurainen 75).

Örtlichkeit	Temperatursumme Tage über 5°C	Relativer Zuwachs (%)	Höhenzuwachs cm im Jahr	
			Fichte	Kiefer
Kouvola	1300°	96	55	51
Ivaskylä	1120°	72	44	40
Oulu	1050°	67	40	38
Kemi-Tornio	980°	57	37	35
Rovaniemi	890°	46	32	30
Sodankylä	780°	33	27	25

Die waldbauliche Freiheit ist eingeengt, da auf den armen, trockenen und vor allem nordskandinavischen Standorten (20–30% der Fläche) nur eine naturnahe, kleinflächige Behandlung die Nachhaltigkeit sichert (Heikurainen 76). Durchschnittsvorräte liegen mit 50–100 (150) fm sehr niedrig. 150–200jährige Altbestände haben 300–400/500 Vfm Vorrat. Die Zuwachsleistung mit 2–3 (0,5–4,0) Vfm ist gering. Schwedens nutzholzreichster Nadelmischbestand in Södermannland (Schotte 12) erreichte 30,3 m Höhe, 67 m^2 und 847 Vfm. Alpine Spitzenbestände haben nahezu die doppelte Ertragsleistung.

Die **Hauptproduktion** beschränkt sich auf schwächere bis mittlere Sortimente. Vorrangig ist die Steigerung des Anteils an hochwertigem Stammholz, da nur vereinzelt Starkholz anfällt. Die Holzqualität ist durch Langsamwüchsigkeit, Feinastigkeit und Engringigkeit bei Schirmverjüngung, auch beim Schwachholz, überdurchschnittlich. Das boreale Nadelwaldgebiet ist für Schwachholzproduktion prädestiniert. Durch die große Bewaldungsdichte in Europa und die ausgedehnten Waldflächen spielt die Holzproduktion im Verein mit einer meist vertikalen strukturierten Holzindustrie volkswirtschaftlich eine entscheidende Rolle; Finnland: 66% des Gesamtexportes durch Holz und Holzprodukte.

4. Bestandesentwicklung und Bestandespflege

Durch Baumartenarmut, seltene Samenjahre und Katastrophen (Feuer, Wind) bilden sich großflächige, gleichaltrige und reine Bestände, die in älteren Lebensphasen katastrophenanfällig sind (Abb. 44). Die Bestände sind gefährdet durch Wind (Alter) und Feuer (Jugend), weniger durch Insekten. Durch gute Naturverjüngungsfähigkeit entstehen oft baumzahlreiche Bestände, die besonders bei Fichte infolge geringer Selbstdifferenzierung vielfach ungenügende Stärkeentwicklung aufweisen. 100jährige Stabfichtenbestände 2–6 cm Ø. Frühe Pflegeeingriffe sind dann unerläßlich. In Finnland (Mikola 71) beschleunigt die Bestandespflege die natürliche Entwicklung

erlen- und birkenreicher Bestände, vor allem aus der Zeit der Brandfeldwirtschaft, zum Fichtenschlußwald, so daß die natürliche Sukzessionsdauer von 100 Jahren um Jahrzehnte verkürzt werden kann. Die Kostenentwicklung hat zu einer Extensivierung der Pflege geführt durch längere Intervalle und späteren Beginn. In Norwegen betrug früher der Durchforstungsanfall 50% des Hiebssatzes (Børset 67), heutiger Anteil: Norwegen 7%, Schweden 23%, Finnland 36%, Dänemark zum Vergleich 50%. Bei geeignetem Gelände werden halb- bis vollmechanisierte schematisierte Reihendurchforstungen und vielfach eine Durchforstung von oben her, eine Art Zielstärkenutzung in gestuften, noch entwicklungsfähigen Beständen durchgeführt. Die von den Erntemaschinen verursachten Schäden sind teilweise besorgniserregend (Iufro-Symposium, Stockholm 69).

5. Verjüngungsprobleme

Leichte Verjüngungsfähigkeit besteht auf durchschnittlichen Standorten und kleineren Kahlflächen, da kaum Spätfröste auftreten. Zur befriedigenden qualitativen Entwicklung benötigt die Kiefern-Verjüngung lockeren Schirmstand. Früher wurden in Norwegen (Børset 67) häufig Schirm-, Femel- und Plenternutzungen durchgeführt mit über ⅔ Naturverjüngung; heute nur noch 25% (Børset 76). Unter dem Zwang der Extensivierung von arbeitsaufwendigen Verfahren und durch maximale Mechanisierung nahm der Kahlschlag nach Anteil und Flächengröße (bis 100 ha und mehr je Fläche) erheblich zu. Er besitzt gegenwärtig wieder rückläufige Tendenz durch Verteuerung der Pflanzung, verstärkte Ausnützung der Naturverjüngung, Entstehung von Laubwaldpionierbestockungen (Birke, Aspe), die aufwendig mit Herbiziden bekämpft werden müssen, Übermaß von Jungwuchsflächen, kostspieliger Pflegeaufwand, Verunstaltung der Landschaft im Bereich der Erholungsgebiete. Eine eindeutig bessere Höhenentwicklung der Naturverjüngung im Vergleich zur Pflanzung wurde festgestellt (Børset 76). Mit Weitverbänden wird aufgeforstet (1200–2500 Individuen/ha). Im Bergwald werden 700 Kiefern im Jungwuchsstadium als gesicherte Verjüngung angesehen. Im hohen Norden hat die Klimaverbesserung zu häufigeren Samenjahren, zu geringeren Kulturausfällen und besseren Zuwächsen geführt (Mikola 71).

Baumartenwahl: Die Ausbreitung schnellwachsender Laubbäume (Birke, Aspe, Erle) durch Kahlschlag kam der gesteigerten Nachfrage durch die Zellstoffindustrie entgegen. Laubbäume sind kein forstliches Unkraut mehr. Die natürliche Sukzession kann durch Pflege entsprechend gesteuert werden.

Saatgutproduktion: Durch lange Winter, kurze Vegetationszeit, empfindliche Schäden, ständige Kälterückfälle und seltene Samenjahre wurde in Skandinavien die Pflanzenanzucht zur rationelleren Ausnutzung des kostbaren Saatgutes schon früh weiterentwickelt; Samenplantagen, Plastikgewächshäuser, Kühlhäuser.

6. Kahlschlag und industriemäßige Holzproduktion

Im borealen Wald zwingen natürliche Schwachholzproduktion (mäßiger Zuwachs, geringer Preis, hohe Erntekosten, ungünstige Stückmasse) zur intensiven Mechanisierung (Knickschlepper, Sortimentschlepper). Beim natürlichen Nadelwald schädigen die nach Kahlschlag aufkommenden Kiefern und Fichten nicht den Standort. Kleinflächiger Kahlschlag (5–20 ha) erlaubt noch zeitweise Seitenbesamung, ersatzweise Pionierbaumarten Birke und Aspe. Mit der Konzentration auf Großkahlschläge wurde die Kunstverjüngung standardisiert und auch die Bestandespflege voll mechanisiert. Die naturnahen Wälder haben vorrangig Ertragsfunktionen, da einer hohen Bewaldungsdichte (über 50%) nur eine geringe Bevölkerungsdichte gegenübersteht. Die Forstwirtschaft ist ein entscheidender Zweig der Volkswirtschaft mit noch günstigen natürlichen (Nadelbäume ohne Gefährdungen) Produktionsbedingungen. Energiesituation, Mehrzweckfunktion der Wälder und Sorge um die Nachhaltigkeit haben die Extensivierung der Primärproduktion gestoppt, die mit einem Vorratsabbau und einer Qualitätsverschlechterung verbunden war.

7. Produktionssteigerung

In Finnland betrug der Holzverbrauch der Holzindustrie 1938: 18,2 Mill. m^3, im Jahre 1970: 38,3 Mill. m^3. Dieser Bedarf muß heute auf einer 12% kleineren Waldfläche als 1930 gedeckt werden. Durch Erschöpfung der Naturwaldreserven und beschleunigten Ausbau der Holzindustrie entstand durch Überkapazität schon Rohholzmangel, so daß sogar Holzimporte notwendig werden. Gerade zur künftigen Selbstversorgung Europas mit Holz müssen alle Ertragssteigerungsmöglichkeiten ausgenützt werden. In Finnland stocken rd. 4,5 Mill. ha (20% der Fläche) Kümmerwälder, die teilweise waldbaulich verbessert werden können. Deshalb besitzt die forstliche Forschung in Skandinavien einen hohen Stellenwert.

a) Melioration der Moorflächen (Abb. 52)

In Finnland besteht ⅓ der Bodenfläche aus Moorland, davon 25% Bruchmoore mit langsamwüchsiger Fichte, 45% Reisermoore mit spärlicher Kiefernbestockung, 30% unbestockte Weiß- und Braunmoore (Flach- und Hochmoore). Seit 1918 wurden über 500000 ha entwässert und mit Birke, Kiefer, Fichte aufgeforstet. Der potentielle jährliche Zuwachsgewinn nach Moordrainage wird in Finnland mit rd. 12 Mill. fm veranschlagt. Nach der Moordrainage mit großen Pflügen, in tiefen Lagen gleichzeitig Düngung, verjüngen sich die Pioniere Birke und Kiefer. Die standörtlich differenzierte Wuchsleistung streut auf den Meliorationsflächen stark: Zwergstrauch-Kiefern-Moorwald (50 fm), Seggen-Kiefernmoorwald (75 fm), kraut- und heidelbeerreicher Fichten-Moorwald (130–150 fm). Der Abfluß aus drainierten Mooren ist während der sommerlichen Trockenperiode größer als aus nicht kultivierten Mooren (Abb. 53). Bei schweren Sommerregen waren die Abflußspitzen bei drainierten Mooren erheblich kleiner. Die Schneeschmelze beginnt nach Entwässerung früher, erreicht niedrigere Spitzenwerte und dauert länger als bei unberührten Mooren. Die Moordrainage wirkt nivellierend auf den Abfluß (HEIKURAINEN 76). Drainage ist bei

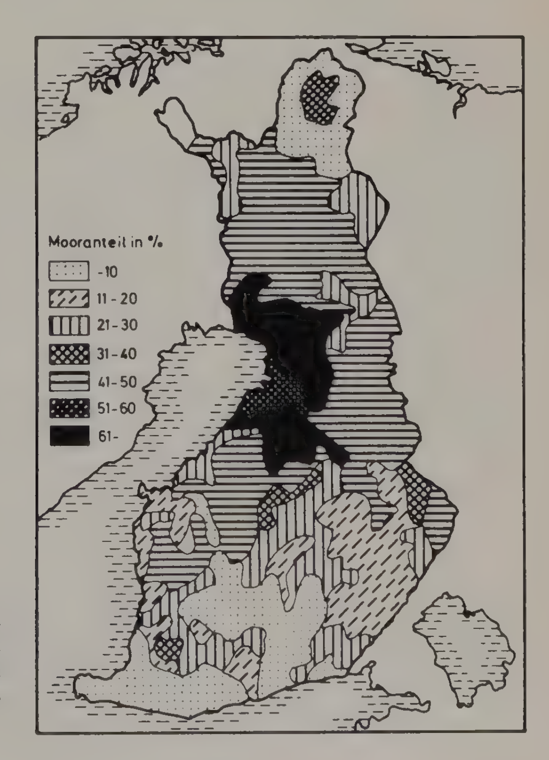
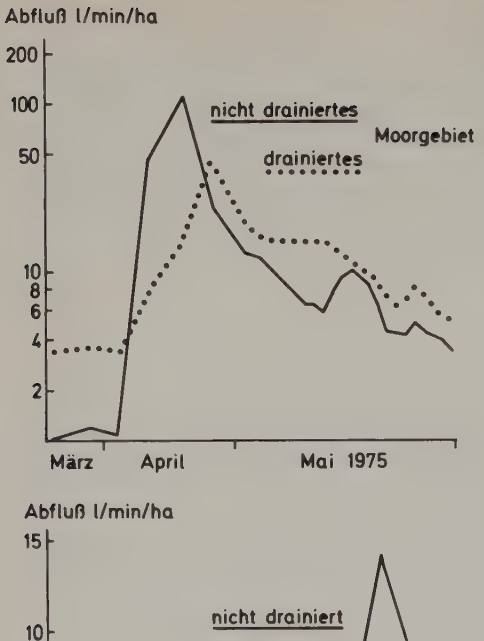
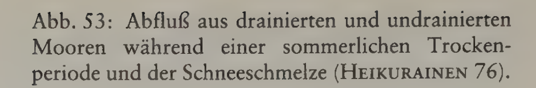


Abb. 52: Anteil der Moorflächen in % der Gesamtflächen in verschiedenen Landesteilen Finnlands (nach SÖMME 74). Das mittelfinnische Niederungsland ist besonders reich an Mooren, nicht der bergige Norden.




Abb. 53: Abfluß aus drainierten und undrainierten Mooren während einer sommerlichen Trockenperiode und der Schneeschmelze (HEIKURAINEN 76).

eindeutiger Ertragsfunktion nur gerechtfertigt, wenn ein stabiles und produktives, neues Ökosystem entsteht, insbesondere in tieferen Lagen und bei geringerer Torfmächtigkeit. Produktive Moortypen sind im Süden zu 17% und im Norden zu 15% verbreitet. Keine Rentabilität ist, von ökologischen Aspekten abgesehen, im Norden und in typischen Mooren ohne Krüppelkiefernbestand zu erwarten.

b) Aufforstung

Norwegen hat durch das gebirgige Land (47% über der Waldgrenze) ein geringes Bewaldungsprozent (25%), wobei im Westen rund 500000 ha in 60 Jahren zur Aufforstung heranstehen. 1950–1964 wurden 140000 ha aufgeforstet. In Schweden und Finnland spielen Neuaufforstungen nur kleinflächig auf landwirtschaftlichen Grenzertragsböden eine Rolle.

c) Anbau ausländischer Baumarten zur Ertragssteigerung

Durch das extreme Klima der langsamwüchsigen Standorte ist die Anpassungsfähigkeit ausländischer Baumarten beschränkt. Die ältesten Anbauversuche in Finnland (Punkuharju) haben bei Larix sibirica, L. europaea und schottischer Lärche auf basenreichen, besseren Standorten gute Ergebnisse gezeitigt. Im Lärchenwald von Raivola erzielten sibirische Lärchen (Archangelsk) 45 cm ∅, 38 m Höhe und 748 (543–1040) Vfm in 150 Jahren (ILVESSALO 23).

Im westnorwegischen Fichten-Grenzbereich (Børset 76) wurde vorwiegend Picea sitchensis (windhärter als Fichte, Bauger 80), sekundär Pinus contorta (Douglasie, Tsuga) angebaut. Bisher sind die jungen Anbauten noch gesund. Künftige Gefährdung (Bodendegradierung, Insekten, Pilze) kann nicht ausgeschlossen werden. Großflächige Monokulturen werden aus landschaftskundlichen Gründen vermieden. In Gebirgslagen wurden versuchsweise Abies lasiocarpa, Picea engelmannii, Pinus cembra angebaut, in Tieflagen (Norwegen) Pappelhybride.

Ein landwirtschaftliches Beispiel (Island) weist auch auf die forstliche Problematik hin. Die Intensivierung der Grünlandwirtschaft durch Verwendung ausländischen Saatgutes und intensive Stickstoffdüngung ermöglicht in günstigen (niederschlagsreichen) Jahren Rekordernten, in frostreichen und trockenen Jahren ist die Anfälligkeit (Ertragsausfall, Verkahlung) beträchtlich. Durch das extreme Klima sind die bevorzugte Verwendung heimischer Grassorten und eine reduzierte Mineralstoffdüngung nachhaltig wirksamer (Ruthsatz-Geyger 71, Ellenberg 71).

d) Düngung

Günstige Voraussetzungen bestehen durch dominierende bodensaure, nährstoffärmere Standorte, überwiegend ebene Lagen und großflächige Nadelwaldbestände. Ungünstig sind die lange Produktionszeit und der Anfall von Massenware. Zunehmend wird zur Flächendüngung mit Flugzeugen übergegangen mit dem Ziel, die Produktionszeit abzukürzen und Mehrzuwächse zu erzielen. Die nördlichen, besonders langsamwüchsigen Standorte scheiden wegen ungenügender Rentabilität aus. Großflächige Flugzeugdüngung führte in Finnland (Mikola 71) und Schweden auch zu einer Erhöhung der Schalenwildpopulation mit einer merklichen Zunahme des Wildschadens.

8. Feuer als ökologischer und produktionstechnischer Faktor

(Mikola 71, Kujala 26)

Feuer, Blitz als primäre Ursache, wird nur durch breitere Wasserläufe und stärkere Regengüsse im Herbst begrenzt. Deshalb können riesige Brandflächen entstehen, z.B. in Kanada und Sibirien (1910). 1924/28 wurden in Osteuropa auf 4,1 Mill. ha (fast 70000 Einzelflächen), 1938 allein auf 4,8 Mill. ha Waldbrände registriert. In Sibirien entsteht Feuer zu 90% aus Unachtsamkeit (Zhukov 76). Im 19. Jahrhundert war Feuer ein wesentlicher landeskultureller Faktor. Damals waren in Finnland noch viele offene Brandflächen vorhanden. Um 1870 wurden jährlich 50000 ha durch Brandfeldwirtschaft genutzt. Das Feuer wurde zur Förderung der Graswirtschaft und Weide verwendet, vor allem zur Beseitigung mächtiger Rohhumusdecken im Wald mit wesentlichen Nachteilen: erheblicher Arbeitsaufwand, Stickstoffverluste, Wuchsdepression auf geringeren Standorten. Vom Feuer werden heute nur noch kleine Flächen erfaßt. In Südfinnland ist das Feuer praktisch unter vollständiger Kontrolle. Von der ersten (1923) zur fünften (1967) Forstinventur haben Fichte von 27% auf 43% zu – und die Feuersukzessions-Baumarten Kiefer von 47% auf 38% und Birke (Aspe) von 26% auf 19% abgenommen (Abb. 30). Die Schlußwaldbaumart Fichte hat also ihr Areal um 60% ausgedehnt (Kujala 26).

9. Nebennutzung (Veijalainen 76, Tamm 76)

Wälder und Moore stellen eine bedeutende potentielle Ernährungsquelle durch Beeren und Pilze dar. Der Ertrag von Rubus chamaemorus (arcticus) schwankt zwischen 30–550 (gedüngt 4000–6700) kg je ha. Bei Vaccinium myrtillus, vitis-idaea und oxycoccus kann bei gedüngtem Standort mit einer Ernte von bis 3000 kg/ha, statt 200–500 kg auf ungedüngten Flächen, gerechnet werden.

10. Wald und Wild

Wildkonzentrationen mit empfindlichen Wildschäden treten nur regional auf, speziell im Rentiergebiet (Lappland), wo subarktische Flechtenheidewälder durch die Übernutzung gefährdet sind. Der Elch, der nun schon in Südschweden einsteht, verursacht lokal empfindliche Schäden. Wildschäden haben in den letzten Jahrzehnten erheblich zugenommen. In Norwegen wurden 1940 jährlich rund 2000 Elche, wilde Rentiere und Rehe erlegt, um 1970 bereits nahezu 25000 (Myrberget 71). Zukünftig werden die Schäden ansteigen.

H. Nationalparks und Naturwaldreservate (Abb. 54)

1. Schweden

Padjelanta (204000 ha, 531–1592 m), gletscherreiches Lappland, reiche alpine Flora, randlicher Birkenwaldgürtel: Wolf, Bär.

Sarek (195000 ha, 477–2150 m), ursprünglichste Hochgebirgslandschaft, schmale Birkenwaldzone, periglaziale Landschaftsformen mit Fließerden und Polygonböden. Fauna: Bär, Elch, Luchs, Rentier, Blaukehlchen, Vielfraß, Moorschneehuhn.

Stora Sjöfjället (150000 ha, 375–2013 m). In den Tieflagen Kiefernwälder, bei 500 m Nadelwaldgrenze. Birken-Baumgrenze bei 700 m, darüber arktisch-alpiner Weidengürtel, Kiefernurwald Vietasvagge; Bär und Wolf.

Muddus (49200 ha, 160–661 m), bei Jokkmok in Lappland, ausgedehnte Kiefernwälder unterhalb des Muddus-Wasserfalls. Im Zentrum einsame, unberührte Seelandschaft mit Flach- und Hochmoorkomplex sowie Moorrandwäldern (Abb. 44). Weitgehend unberührter Nationalpark, einzigartiges Vogelparadies (Singschwan); Elch, Bär.

Peljekaise (14600 ha, 470–1333 m), parkartige Fjell-Birkenwälder vom Heide- bis Haintyp bis 800 m, bis 1100 m alpine Fjellvegetation, vielfältige Fauna.

Abisko (7500 ha, 342–1174 m), Fjellandschaft mit tiefen Schluchten und steilen Berghängen, randlich Fjellbirkenwälder mit einzelnen Kiefern, reiche Vogel- und Insektenfauna, Wolf und Fischotter, Naturschutzstation.

Vadvetjåkko (2450 ha, 420–1109 m), an der norwegischen Grenze, alpines (subarktisches) Fjellgebiet oberhalb der Waldgrenze mit Seen, Mooren und Strauchweiden; Rentierweiden.

Sonfjället (2700 ha, 430–1277 m), isolierter Fjellberg in Mittelschweden, Heide- und Moor-Kiefernwälder (Abb. 37), schmale Birken-Fichtenwaldstufe, Fjellbirkenwald; Elch, Auerwild.

Töfsingdalen (1365 ha, 670–900 m), Nordwest-Dalarna, Nadelwaldreservat in der südlichen Fjellregion mit schwer begehbarem Blockgelände; Steinadler.

Gotska Sandön (3535 ha), isolierte Düneninsel nördlich von Gotland mit nahezu unberührtem Kiefernwald, sehr artenreiche Vegetation (Orchideen).

Naturwaldreservate

Norra Kvill (27 ha; Abb. 34, 41) Kiefern-Moorrandwald, Kiefern-Blockwald, Myrtillus-Kiefern-Fichtenwald auf schattseitigen Blockstandorten. Bei Kvill die rückgängige Christus-Eiche, eine der stärksten Eichen Europas mit 4,10 m–4,40 m ∅ und 14 m Höhe.

Hamra (27 ha, Abb. 30) kleine Insel, die sich nach dem Waldbrand von 1690 standörtlich stark unterschiedlich bewaldet hat. Kiefern-Birkenwald auf trockenen Südlagen, Kiefern-Fichten-Mischwald auf durchschnittlichen Lagen, Myrtillus-Fichten-Klimaxwald auf Schattseiten; reiche Vogelwelt (Kraniche).

Dalby Söderskog (36 ha), südöstlich von Lund, typischer südschwedischer Laubwaldgesellschaftskomplex mit Eichen-, Buchen-, Eschen- und Schwarzerlenwäldern, vorherrschend krautreiche Edellaubbaumwälder (Abb. 49, 50).



Abb. 54: Nationalparks in Skandinavien.

Blå Jungfrun (66 ha), überwiegend kahle Rotgranitinsel, in Schluchten Kiefern, Fichten und Birken, auf der Südseite dichter Eichen-Lindenwald.

Ängsö (75 ha), Insel der nördlichen Stockholmer Schären mit Nadelwald, Laubwald, Wiesen, Ackerland, Erhaltung einer typischen mittelschwedischen Kulturlandschaft.

Garphyttan (108 ha), Kilsbergen bei Lamabruk, Schutz einer alten Kulturlandschaft mit Ländereien ehemaliger Bergmannshöfe; Wiesen, Äcker, Hürden, Gärten. Weitere Urwälder in Schweden siehe AMINOFF (1950).

2. Finnland

Pallas-Ounastunturi (50000 ha, 272–807 m), höchste Fjell-Silikatgebirgsgruppe. Birken-Waldgrenze bei 400–500 m, Fichten-Hainwälder (Abb. 39), Bachweidengebüsche, flächig vorherrschend Kiefernwaldtypen, alpine arktische Fjellvegetation (Diapensia lapponica); Fauna: Elch, Bär, Wolf, Vielfraß, Lemming, Auerhahn, Mornellregenpfeifer, Adler, Seeadler.

Lemmenjoki (38500 ha, 123–601 m). Ausgedehntes Heide- und Moorkiefernwaldgebiet. Birkenwälder mit Fichte, Hochmoore; reiche Fauna: Bär, Wolf.

Oulanka (10700 ha, 143–380 m). Seit Ende des ersten Weltkrieges keine Nutzungen mehr, früher häufig Waldbrände. Nordteil teilweise baumlose Moorlandschaft, ausgedehnte reine Kiefernwälder (Abb. 44) mit unterschiedlichen Entwicklungsphasen. Bodenfrische Fichtenwälder (HMT). Im Südteil tiefeingeschnittene Flußlandschaft, vielseitige Fauna: Elch, Bär, Rentier (SÖYRINKI-SALMELA-SUVANTO 77).

Pyhätunturi (3000 ha, 300–540 m), isolierter Silikatberg mit ausgedehnten Felsblock-Heide-Kiefernwäldern, Vaccinium-Kiefernwald (Abb. 42), Fichten-Birkenwald, Strangmoore. Durch Straßen, Lift und Skiabfahrten beeinträchtigt. Elchbiotop, reiche Vogelwelt (KALLIOLA 42).

Pyhä-Häkki (1010 ha, 153–193 m), ursprünglicher Waldrest in Südfinnland mit alten (250–450 J.) Kiefern, Hochmoorkomplex.

Linnansaari (800 ha, 76–100 m), Inselgruppe im Saimaa-See mit starker Gliederung, Laubbäume.

Petkeljärvi (650 ha, 140–150 m), artenarme Kiefernwälder auf Åser.

Rokua (420 ha, 130–179 m), schmaler Rücken mit alten Sanddünen, Hochmoor und Kiefernwald.

Liesjärvi (150 ha, 108–120 m), geringwüchsige Fichten- und Kiefernwälder, Hochmoor.

Neue Nationalparks: Urho Kekkonen, Riisitunturi, Hiidenportti, Tiilikkajärvi, Salamajärvi, Patvinsuo, Kauhenava – Pohjankangas, Lauhanvuori, Seitseminen, Helvetinjärvi, Itainen Suomenlahti, Saaristomeri.

Naturpark oder Naturreservate

Gegründet für wissenschaftliche Untersuchungen; eingeschränkte Besuchererlaubnis: Kevo (34200 ha), Sompio 18100 ha), Maltio (14700 ha), Runkaus (6100 ha), Pisavaara (5000 ha), Imalla (3000 ha), Uluinsalo (2500 ha), Salamanperä (1270 ha), Vaskijärvi (800 ha), Paljakka (660 ha), Häädetkeidas (560 ha), Vesijako (120 ha), Karkali (100 ha), Sinivuori (60 ha), Jussarö (40 ha).

3. Norwegen

Øvre Pasvik (6300 ha, 92–202 m), südlich von Kirkenes, nordwestlicher Ausläufer der Taigawälder; Flechten- und Vaccinium-Kiefernwald mit Birke, Hochmoorkomplexe, Fleckentundra, nördlichstes Fichtenvorkommen; Elchbiotop (HUSE 65; Abb. 55).

Øvre Anarjåkka (13900 ha, 215–591 m), größter Nationalpark in der südöstlichen Finnmarksvidda. Birken- und Kiefernwald in Moor-, Seen- und Hügellandschaft, winterlicher Rentier-Einstand.

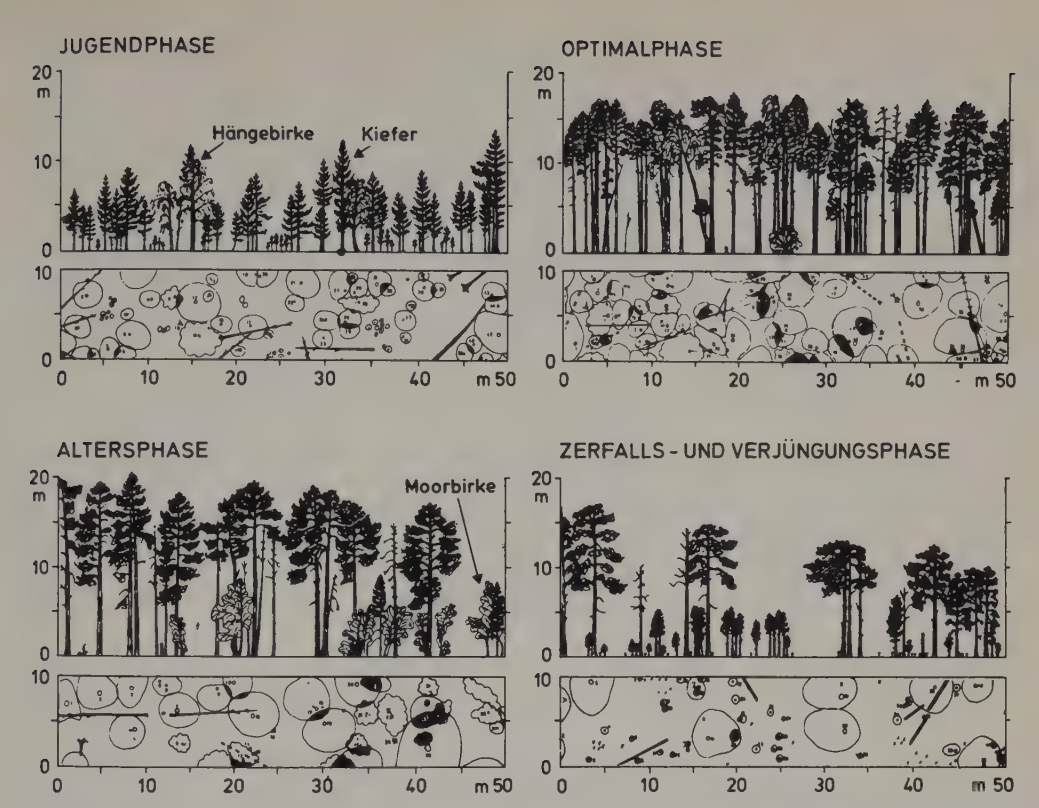


Abb. 55: Die vier häufigsten Entwicklungsphasen im Kiefern-Urwaldgebiet Nationalpark Øvre Pasvik bei Kirkenes/Nordnorwegen (aus ELLENBERG 78 nach HUSE 65). Der Entwicklungszyklus auf kiesigem Sandboden dauert rund 300 Jahre und wird immer wieder durch Feuer beeinflußt (Feuerklimax).

Stabbursdalen (9600 ha, bis 612 m), nördlichster Kiefernwald 70° 10′ N) mit Birkenbeimischung, wasserfallreiche Bäche (Lachs), gutes Fischrevier.

Øvre Dividal (74000 ha, 300–1636 m), vielgestaltige Landschaft mit Birken-Kiefernwäldern und subalpinen Hochflächen, geologische Vielfalt.

Ånderdalen (6800 ha, 25–853 m), Insel bei Troms. Einziger Nationalpark im Küstengebiet mit langsamwüchsigem, krüppeligem Küsten-Kiefern- und Birkenwald; reichhaltige Vogelwelt.

Rago (17000 ha, bis 1327 m), bei Salten/Nordland, am schwersten zugänglich durch felsiges Terrain, tiefe Schluchten und scharfe Berggrate, verarmte Pflanzen- und Tierwelt.

Børgefjell (107700 ha, bis 1703 m), Waldgrenze um 500 m, beeindruckende Berglandschaft mit reicher Tier- und Pflanzenwelt.

Gressåmoen (18000 ha), südöstlich von Grong, ausgedehnte Fjell-Landschaft, unter 400–500 m moosreiche Fichtenwälder mit Kiefer (Abb. 37), Birke, Moorgebiet, Rentiere.

Femundsmarka (38600 ha, 680–1415 m), Kiefernwälder, Moore und Seen, felsige Landschaft, eiszeitliche Bodenbildungen.

Dovrefjell (26000 ha), zwei Teile, bis in die nivale Zone hineinreichendes Hochplateau mit steilen Flanken (Snøhetta 2286 m), ausgedehnte Fjellbirkenwälder bis 1100 m, Kiefer und Fichte in tieferen Lagen, charakteristische alpine Fjellvegetation, wilde Rentiere, Einbürgerung von Moschusochsen aus Grönland, vielfältige Vogelwelt.

Rondane (57200 ha, bis 2178 m, Abb. 34), Fjell-Region mit imposanter alpiner Landschaft mit Eiszeit-Terrassen, wilde Rentiere.

Ormtjernkampen (900 ha, 870–1128 m), kleinster Nationalpark, fichtenreiche Tieflagen- und Berglandwälder (Abb. 37), teilweise mit Urwaldcharakter, relativ artenarme Vegetation.

Gutulia (1900 ha, 620–948 m), Femundsmarka, ausgedehnte Fichtenwälder mit Urwaldcharakter und wüchsigen Beständen, reiche Tier- und Pflanzenwelt.

Sonstige Nationalparke: Hardangervidda, Jotunheimen, Saltfjellet, Nordost-, Nordwest- und Süd-Spitzbergen.

Naturschutzgebiete (HUSE 1976), **Langøya bei Langesund,** Kalk-Fichten-Kiefernwald mit Perlgras-Eschen-Ulmen-Wald. **Sjødalen,** Fichten-Kiefernwald (Cladonio-Pinetum);
Tangvall Kleivene in Bamble, Südnorwegen, Ulmen-Linden-Hangschuttwald (Abb. 50); **Holtnesdalen/Hurum,** Südostnorwegen, Grauerlen-Eschenwald (Alno-incanae-Fraxinetum), Talschlucht (Abb. 50); **Herlandsnesjane/Osterøg/Bergen** (VEVLE 77), atlantische Hochmoore und Mineralboden-Flachmoore mit teilweiser Baumbestockung.

Ost- und nordosteuropäische Laub-Nadel-Waldregion

A. Einführung

1. Gebietsabgrenzung

Das dreieckförmige Gebiet umfaßt Polen ohne Karpaten und baltisches Buchenmischwaldgebiet, die baltischen Staaten und das europäische Rußland ohne den Norden. Die Grenze zwischen südlicher Taiga und subborealer Laub-Nadel-Mischwaldzone verläuft von Leningrad über die obere Wolga nach Swerdlowsk/Ural. Im Süden begrenzt die Waldsteppe etwa entlang der Linie Swerdlowsk-Kasan-Kiew-Donaumündung. Am Ural-Westabfall grenzen Waldsteppenwälder unmittelbar an subboreale Nadel-Mischwälder an.

2. Standörtlicher Überblick

Morphologie: Ebene, schwach ausgeprägte Hochflächen und sanft gewelltes Hügelland niedriger Meereshöhe sind für das Tiefland typisch, das breite Urstromtäler gliedern. Pleistozäne Platten jüngerer und älterer Vereisungen, z.T. mit Lößbedeckung, dominieren im Norden, ausgedehnte Moore und versumpftes Gelände an den weiten, flachen Wasserscheiden. Sandige Ablagerungen mit Podsolböden herrschen vor, lokal Binnendünen.

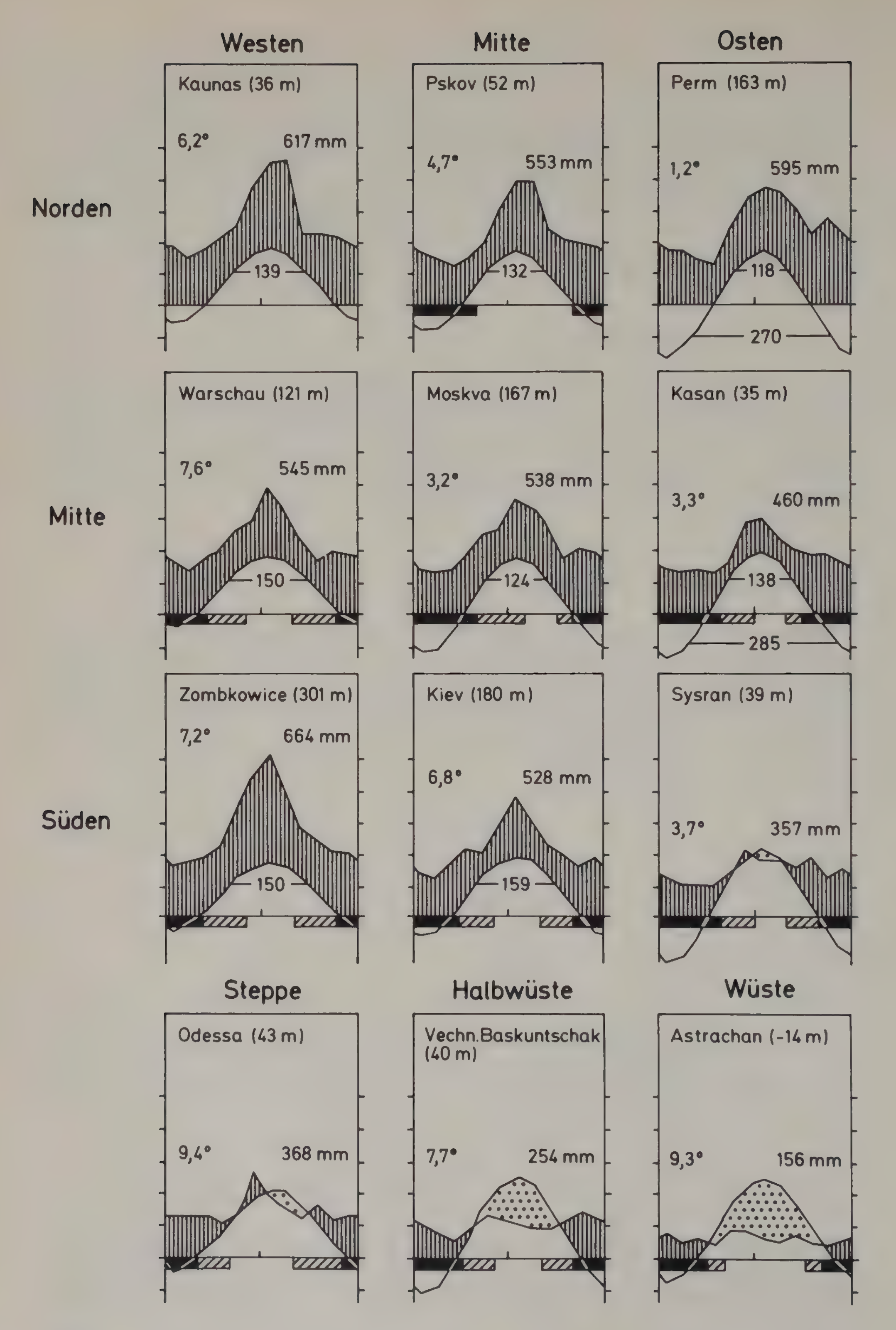
Klima (Abb. 56): Das Klima ist in Polen noch subkontinental und wird in Westrußland deutlich kontinentaler (Walter-Lieth 60).

	Subkontinental	Kontinental
Jahrestemperatur	6–8°C	3–7°C
Januartemperatur	–1/–3°C	–2/–5°C
Julitemperatur	16–19°C	18–20°C
Temperaturamplitude	18–22°C	22–24°C
Jahresniederschlag (mm)	550–700	500–600
Schneedeckenandauer (Monate)	1–3	3–5
Hochwasserursache	Regenfälle	Schneeschmelze

Trotz der sinkenden Jahresmitteltemperatur nimmt gegen Osten die Vegetationszeit durch höhere Sommertemperaturen zu, wie die von SW-NO verlaufenden Isothermen belegen. Niederschläge nehmen ab. Durch wärmere Sommer wird die Winterfeuchtigkeit des Bodens (Schneedecke) für die Vegetation immer wichtiger.

3. Geoelemente und pflanzengeographische Gliederung (Abb. 57, 58)

Östlich der Linie Finnischer Meerbusen – Pinsk – Dnjestr wird der Winter ausgeprägt kälter. Dies äußert sich auch in einem starken Florengefälle. Die Zahl der nach Osten ausklingenden Arten ist im Ostbaltikum etwa fünffach höher als östlich des Peipus-Sees mit nur etwas kälteren Wintern.



Westen
Mitte
Osten
Norden
Kaunas (36 m)
6,2°
617 mm
139
Pskov (52 m)
4,7°
553 mm
132
Perm (163 m)
1,2°
595 mm
118
270
Mitte
Warschau (121 m)
7,6°
545 mm
150
Moskva (167 m)
3,2°
538 mm
124
Kasan (35 m)
3,3°
460 mm
138
285
Süden
Zombkowice (301 m)
7,2°
664 mm
150
Kiev (180 m)
6,8°
528 mm
159
Sysran (39 m)
3,7°
357 mm
Steppe
Halbwüste
Wüste
Odessa (43 m)
9,4°
368 mm
Vechn.Baskuntschak
(40 m)
7,7°
254 mm
Astrachan (-14 m)
9,3°
156 mm

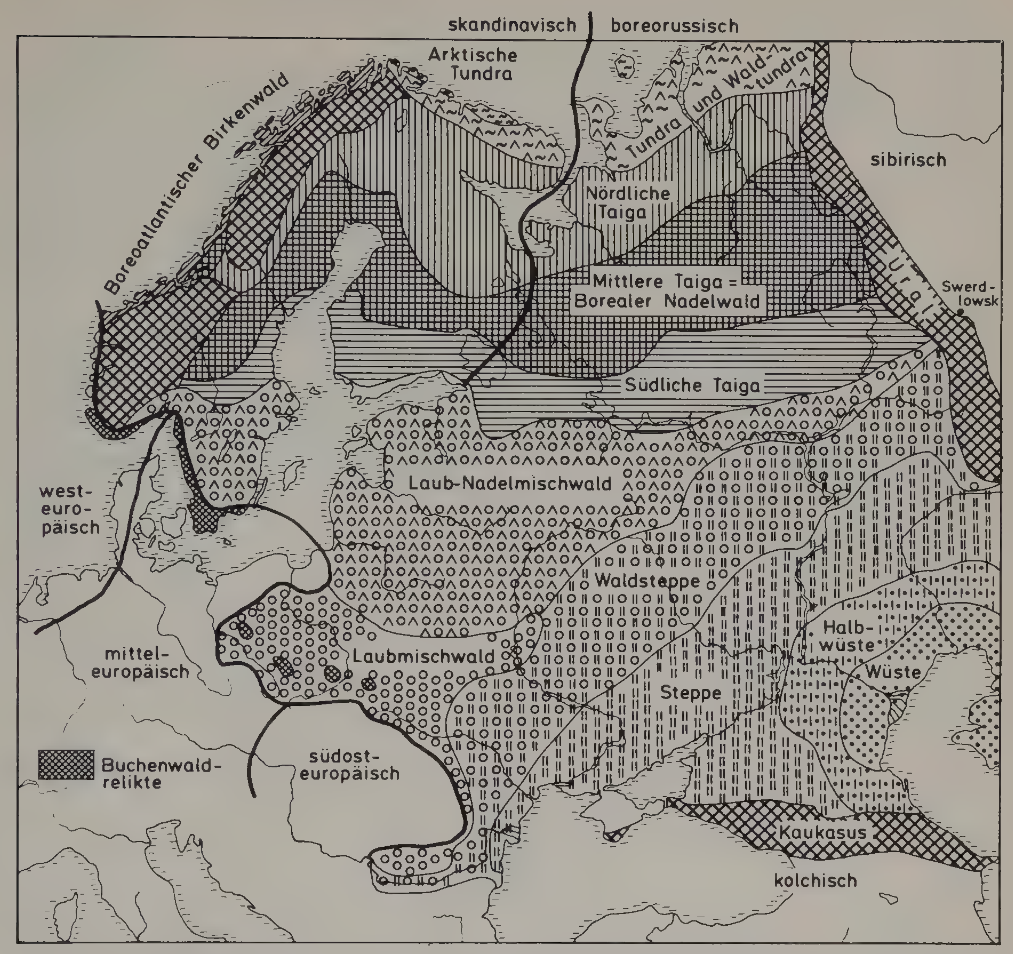
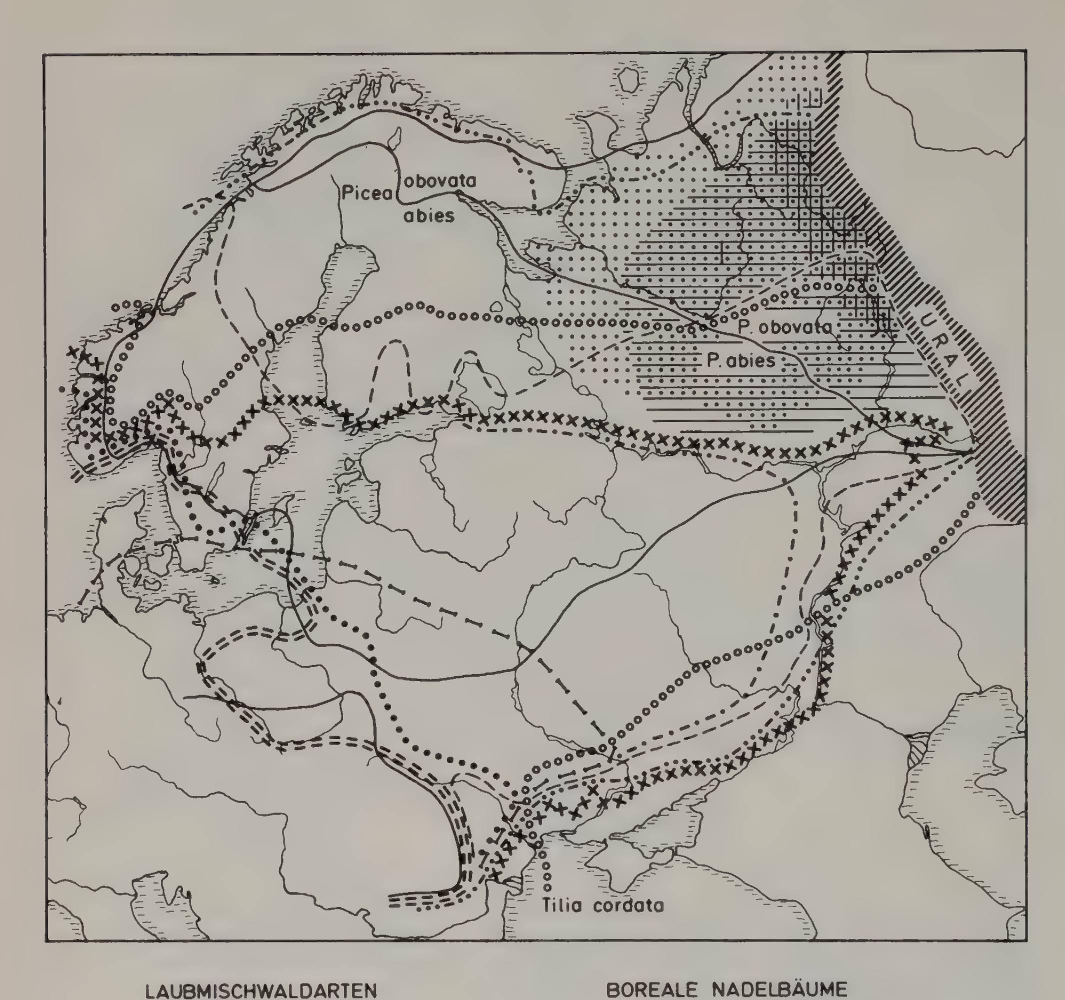


Abb. 57: Die Waldzonen Nord-, Nordost- und Osteuropas (vgl. Areale der waldbildenden Baumarten). Die Gürtelbildung ist deutlich; westsibirische Arten greifen weit über den Ural nach Westen aus. Namen der Pflanzenregionen nach WALTER (74), MEUSEL-JÄGER-WEINERT (65).

Abb. 56: Klimadiagramme aus dem osteuropäischen Nadel-Laubmischwaldgebiet. Vom Westen nach Osten nimmt die Kontinentalität (Winterkälte) deutlich zu bei zurückgehenden Niederschlägen. Deutlich ist von Norden gegen Süden die Verlängerung der Vegetationszeit. Kiew liegt am Nordrand der Waldsteppe, Syrasan (Wolga) am Südrand beim Übergang zur Steppe. Der Sommer ist bereits so arid, daß kein Wald mehr gedeihen kann. Von Steppen- über Halbwüstenstandorte zum Wüstenrand (Astrachan) übersteigt die Temperaturkurve immer ausgeprägter die Niederschlagskurve. Bei 300–400 mm Jahresniederschlag ist für Durchschnittsstandorte die Waldgrenze erreicht; Waldreste nur noch in Schluchten.



LAUBMISCHWALDARTEN		BOREALE NADELBÄUME	
oooooo	Tilia cordata	———	Picea obovata
xxxxx	Quercus robur		Picea abies
– – – –	Ulmus glabra	···–···	Pinus sylvestris
–·–·–	Carpinus betulus	SIBIRISCHE BAUMARTEN	
••••••	Quercus petraea	[dotted]	Larix sibirica
–·–·–·	Fraxinus excelsior (teilkartiert)	[horizontal lines]	Abies sibirica
=====	Buchenwaldgrenze	[grid]	Pinus cembra-sibirica

Abb. 58: Verbreitung von Buchenwald- und Laubmischwald-Arten sowie borealer und sibirischer Nadelbäume. Die Arealgrenzen der Laub- und Nadelbäume zeigen differenziert die zunehmende Kontinentalität von Westen nach Osten an (Arealgrenzen nach MEUSEL-JÄGER-WEINERT 65). Die Floren-Regionen wurden gekennzeichnet.

Die Verbreitung der Geoelemente begründet die Untergliederung der Waldregion (WALTER-STRAKA 70).

Baumarten

Noch subkontinental	Übergang	Kontinental dominierend
Quercus petraea	Carpinus betulus	Quercus robur
Acer pseudoplatanus	Pinus sylvestris	Tilia cordata
Prunus avium	(Picea abies)	Fraxinus excelsior
(Fagus sylvatica)		Acer platanoides
(Abies alba)		Alnus glutinosa
(Taxus baccata)		

Mitteleuropäische Arten, die bis zum Ural vorkommen: Festuca gigantea, Carex pilosa, Convallaria majalis, Mercurialis perennis, Pulmonaria obscura, Ajuga reptans (Galium odoratum). Ungleichmäßig verbreitet: Cephalanthera longifolia, Campanula trachelium.

Mitteleuropäisch-südsibirische Arten: Dryopteris filix-mas, Carex sylvatica, Actaea spicata, Asarum europaeum, Viola mirabilis, Circaea lutetiana, Stachys sylvatica. Disjunkt: Festuca altissima, Geranium robertianum, Sanicula europaea, Digitalis ambigua.

Subpontische Geoelemente: Anemone sylvestris, Potentilla alba, Filipendula vulgaris, Prunus spinosa, Peucedanum oreoselinum, Vincetoxicum hirundinaria, Ajuga genevensis, Tanacetum corymbosum, Melampyrum cristatum.

Pontische Arten: Bromus erectus, Iris pumila, Adonis vernalis, Pulsatilla vulgaris, Paeonia tenuifolia, Amygdalus nana, Prunus fruticosa, Chamaecytisus ratisbonensis, Caragana frutex, Vinca herbacea, Scorzonera purpurea.

Pontisch-mediterran: Stipa pennata, Stipa capillata, Prunus mahaleb, Dictamnus albus, Aster linosyris.

4. Waldgeschichte (SZAFFER 66)

a) Subkontinentale Zone (Polen, Abb. 59)

Das Standard-Pollendiagramm Zuchowo läßt 8 Abschnitte erkennen:

10000–8800 v. Chr. Lockerer Kiefern-Birkenwald der Alleröd-Zeit (relativ viel Nichtbaumpollen) mit Erle und einzelnen wärmeliebenden Baumarten;

8800–8000 v. Chr. Aufgelockerte Birkenwälder der jüngeren subarktischen Zeit mit NBP-Maximum und Verschwinden der wärmeliebenden Baumarten;

8000–7500 v. Chr. Praeboreale Entwicklung des Kiefern-Birkenwaldes mit Einwanderung von Hasel und Eiche;

7500–5500 v. Chr. Boreales Optimum des Eichenwaldes und der wärmeliebenden Baumarten unter Rückgang von Betula-Pinus;

5500–2500 v. Chr. Atlantisches Klima-Optimum mit Eichenmischwäldern, mit Hainbuche, Bucheneinwanderung;

2500–700 v. Chr. Subboreal: Rückgang der wärmeliebenden Baumarten, Hervortreten von Alnus und Pinus;

700 v. Chr.–700 n. Chr. Älteres Subatlantikum: Rückgang der Laubbäume, kiefernreiche Wälder, Ausfall von Tanne, Buche; 700 n. Chr. – Jetztzeit: Zunahme von Kiefer und Birke, Nichtbaumpollen und Getreide.

Kiefern- und Eichenmischwälder prägen die Vegetationsentwicklung neben Alnus im Niederungsgebiet. Montane Arten wie Fichte, Tanne oder Buche haben selbst im Subboreal in höheren Lagen nur eine geringe Rolle gespielt.

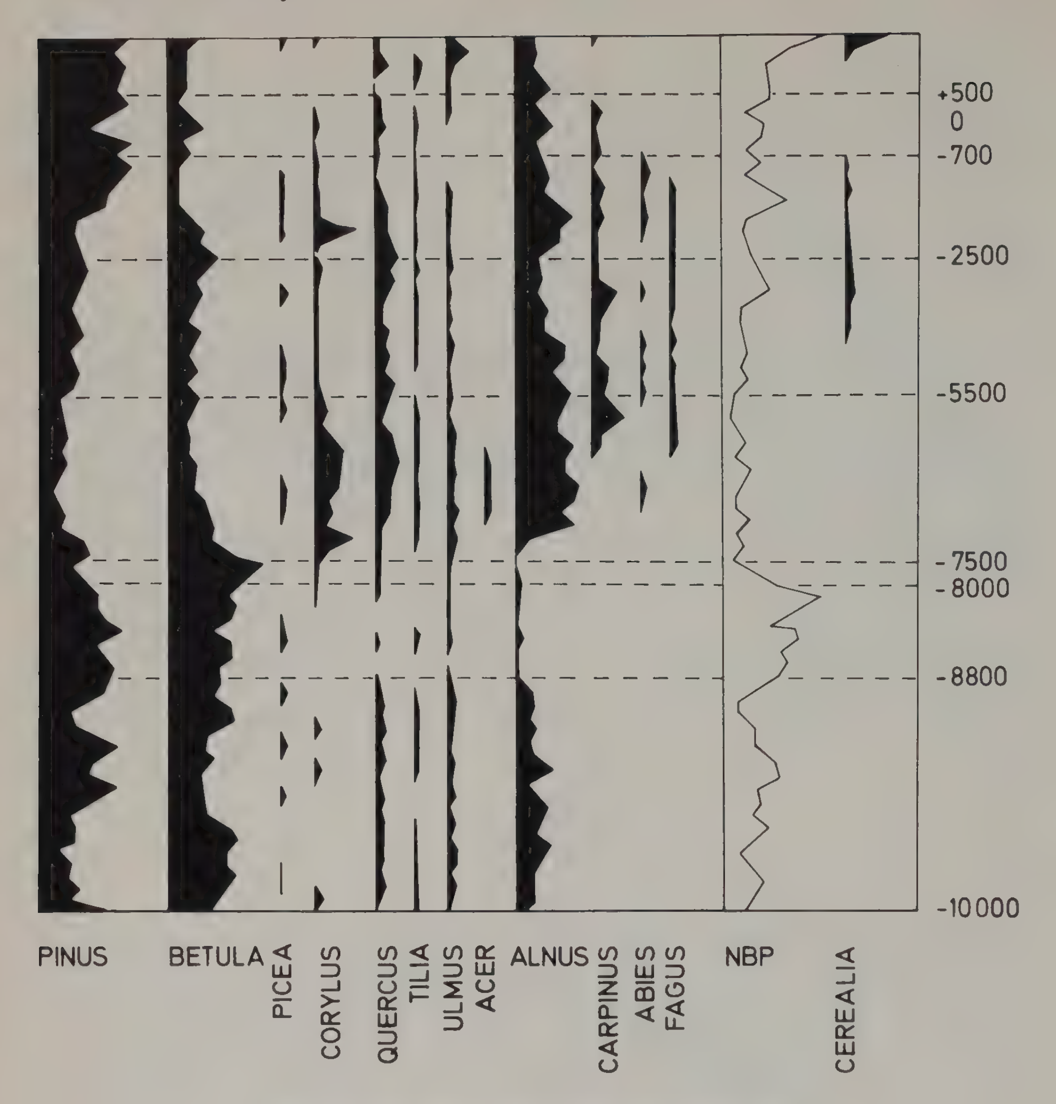


Abb. 59: Pollenprofil Zuchowo/Polen (aus SZAFER 66).

b) Kontinentale Zone (Mittel- und Südrußland)

Während der letzten Glazialzeit blieb die Vereisung in Nordasien auf die Taimyr-Halbinsel und die höheren Gebirge beschränkt. Im hohen Norden waren Steppentundren verbreitet, im Süden blieb die Taiga erhalten. Mit Beginn des Postglazials zog sich die Tundra nach Norden zurück. Im postglazialen Wärmeoptimum reichte die polare Waldgrenze über die heutige weit nach Norden hinaus, wie Baumstümpfe und Baumstämme in heutigen Tundratorfböden belegen. Als dann im Subboreal und Subatlantikum das Klima wieder etwas kühler wurde und die polare Waldgrenze gegen Süden zurückwich, zogen sich auch die Laubwälder nach Westen (Südrußland) und hinter dem Ural zurück. Relikte konnten sich im Nordosten auf Spezialstandorten halten.

B. Nordosteuropäische subboreale Laub-Nadel-Waldzone (Abb. 60)

Nordgrenze: Stockholm – Helsinki – Leningrad – Wolga – Oberlauf – Swerdlowsk.
Südgrenze: Bialowies – Kiew – Moskau – Kazan – Swerdlowsk.
Charakter: Die boreale Nadelwaldzone mit lichten und dunklen Taigawäldern auf Podsolböden geht gegen Süden allmählich in eine Laub-Nadel-Mischwaldzone über. Im Vegetationsmosaik herrschen von Natur aus Laub-Nadel-Mischwälder, die sich schon bei geringen Relief-, Lokalklima- oder Boden-Unterschieden zu reinen Laub- oder Nadelwäldern entmischen. Damit besteht ein relativ labiles Konkurrenzgleichgewicht zwischen den Waldtypen. Starker anthropogener Einfluß und extrem kalter Winter drängen die Laubbäume zurück, trockene Sommer die Nadelbäume durch Schädlings- und Pilzbefall. Warme und südexponierte Lagen sowie basenreiche Böden begünstigen die Laubwälder (vgl. Südskandinavien, KLÖTZLI 75).

In dem nach Osten auskeilendem Dreieck fehlen im Vergleich zu Südschweden und Mitteleuropa Fagus, Quercus petraea, Acer pseudoplatanus, Prunus avium, ferner Abies alba, Taxus baccata. Diese Mischzone kennzeichnen Laubbäume: Quercus robur, Tilia cordata, Fraxinus excelsior, Acer platanoides, Ulmus-Arten, randlich noch Carpinus betulus (Polen) und nur wenige Nadelbäume (Picea abies, Pinus sylvestris), keine sibirischen Arten. Den nadelbaumreichen Mischwaldcharakter belegt die Baumartenverteilung in Estland (RÜHL 55): Fichte 40%, Kiefer 20%, Birke 20%, Aspe 10%, sonstige Laubbäume 10% (Esche, Winterlinde, Spitzahorn, Weißerle). Die Schlußwaldbaumart Fichte setzt sich auf durchschnittlichen frischeren Standorten stärker durch. Auf trockenen Sand- und sauren Moorböden wird sie von den Kiefern abgelöst, auf Bruchmoor von Schwarzerle und auf reichen Böden von Edellaubbäumen. Von Natur aus dürften die Nadelbäume überwiegen. Mit Schwerpunkt soll der Waldgesellschaftskomplex in Estland skizziert werden (RÜHL 55, 60, LINKOLA 29); südskandinavische Ausbildung siehe Nordeuropa.

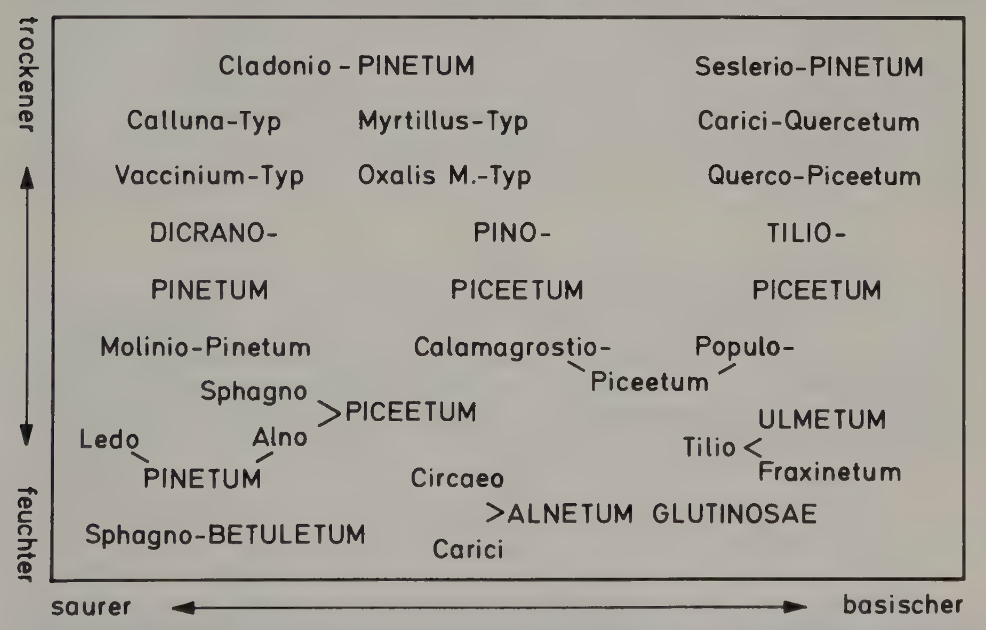


Abb. 60: Waldgesellschaftskomplex im nordosteuropäischen Laub-Nadel-Mischwaldgebiet; Beispiel Estland (RÜHL 60). Auf durchschnittlichen Standorten dominieren Nadelbäume. Nur auf basenreichen, speziell trockenen oder feuchten Standorten können sich Edellaubbäume durchsetzen.

I. Fichtenwald

1. Artenreicher Fichten-Hainwald (Tilio cordatae-Piceetum)

Im Naturschutzgebiet Rshew an der Wolga-Düna-Wasserscheide (WALTER 74), auf gut drainierten, nährstoffreicheren Moränen-Lehm-Standorten, mischen sich zur Fichte reichlich Laubbäume und Laubwald-Arten in den mehrschichtigen naturnahen Beständen, die in dem humiden Waldgebiet auf podsoligen Böden stocken. Aufgelockerte Baumschichten mit Fichten-Dominanz bester Bonität (150jährig, 27 m, 520 fm/ha), beigemischt Populus tremula, Stieleiche (Waldai-Höhen) durch Nutzung weitgehend ausgefallen (stete Mischbaumart). Nebenbestand (16–17 m) mit Tilia cordata, Acer platanoides, Ulmus laevis, vielfach Stockausschläge. Typische Mosaikstruktur in der Bodenvegetation; Laubwaldarten: Pulmonaria obscura, Galium odoratum, Lamiastrum galeobdolon; Farn-Oxalis-Typ; Dryopteris carthusiana, D. cristata, Gymnocarpium dryopteris, Oxalis acetosella, ferner Moose. In Windwurfnestern Rubus idaeus, in nassen Senken Sphagnum girgensohnii, S. magellanicum, Ausgeprägte phänologische Aspektfolge.

In Estland (RÜHL 60) treten im Vergleich zur Tilio-Ulmetum-Kontaktgesellschaft Bergulme, Esche und Winterlinde bei Fichtendominanz zurück, ebenso anspruchsvollere Arten (Sanicula europaea, Cardamine bulbifera, Actaea spicata). Esche und Ulme (Stellmacherholz) meist aus den Beständen herausgeplentert. Mäßig frischer Hepatica-Oxalis-Typ und frischer Oxalis-Asperula-Typ. Der feuchte Athyrium-Oxalis-Typ leitet zu den Bruchwäldern über. Gleitende Übergange der Gesellschaft zum Tilio-Carpinetum piceetosum und Querco-Piceetum.

2. Schwach bodensaurer Fichtenmischwald (Populo tremulae-Piceetum)

Der Oxalis-Maianthemum-Typ ist in Estland verbreitet. Edellaubbäume fehlen, meist auch im Nebenbestand. Dagegen bildet nach Kahlhieb bzw. Waldbrand die Aspe Pionierbestände und wird nach 80 bis 90 Jahren von der Fichte abgelöst. In der Krautschicht verschwinden die meisten anspruchsvolleren Arten (Hepatica nobilis, Lathyrus vernus). Durch fehlende Charakterarten ist diese Einheit nur negativ vom Tilio-Piceetum zu unterscheiden. Eine farnreiche Subassoziation bildet den Übergang zum Bruchwald und eine ärmere leitet zu den Kiefern-Fichtenwäldern über. Auf feuchten Lehmböden siedelt ein Moosfichtenwald (Piceetum hylocomietosum) mit Aspe, Birke, Weißerle, Vaccinium myrtillus, Oxalis, Hylocomium und Dicranum (vgl. Populo-Quercetum).

3. Heidelbeer-Fichten-Kiefernwald (Pino sylvestris-Piceetum)

Während im naturnah aufgebauten Populo-Piceetum die Kiefer weitgehend fehlt, bilden im bodentrockeneren und stärker sauren Pino-Piceetum Fichte und Kiefer eine Dauermischung. Die bezeichnenden Arten Melampyrum sylvaticum und Pteridium aquilinum sind mit Schwerpunkt in dieser Gesellschaft verbreitet, auch noch Orthilia secunda, Goodyera repens und Luzula pilosa; vergleichbar finnischer Myrtillus- und Oxalis-Typ.

4. Fichten-Bruchwald (Alno glutinosae-Piceetum)

Durch große Flächen in den geschlossenen Waldgebieten eine der wichtigsten Waldgesellschaften Estlands; heute meist entwässert. Diese besonders charakteristische nordosteuropäische Waldgesellschaft kommt fragmentarisch noch im Memelgebiet vor und fehlt weiter westlich. Vor allem nordöstliche Florenelemente (Carex tenella, C. loliacea, C. levirostris, Cinna latifolia,

Glyceria lithuanica, Galium triflorum) grenzen diese Waldgesellschaft deutlich von westlicheren Fichtenwäldern ab. Den Grundstock der Vegetation in den Schlenken bilden auch in Westeuropa häufige Bruchwaldarten (Crepis paludosa, Filipendula ulmaria, Galium palustre), während auf den Bülten sowohl anspruchslose als auch anspruchsvolle Kräuter und Moose vorkommen. In den basenreicheren, hainartigen Bruchwäldern treten Carex-Arten zurück, ihre Stelle nehmen Cirsium oleraceum, Angelica sylvestris, Mercurialis perennis und Hepatica nobilis ein. Die geringwüchsige Ausbildung mit Sphagnum girgensohnii und Sph. squarrosum leitet zu den Moorrandwäldern über.

5. Moorrand-Fichtenwald (Sphagno-Piceetum)

Auf ausgedehnten, anmoorigen Standorten dominiert noch die Fichte, wenngleich vom angrenzenden standortsextremeren Moor-Kiefernwald, vor allem bei regressiver Entwicklung Kiefer stärker eindringt. Die im deutschen Mittelgebirge ähnliche Gesellschaft mit Sphagnum girgensohnii kennzeichnet die nordisch-kontinentale Carex globularis.

II. Kiefernwald

1. Artenarmer Heidekraut-Kiefernwald (Dicrano-Pinetum, Vaccinio-Pinetum)

Bodensaure Kiefernwälder auf ärmeren Sandboden sind in Estland relativ häufig, wenngleich nicht so dominierend wie in Finnland oder auf Sanderflächen des nördlichen Weichselgebietes. Im Vergleich zum Pino-Piceetum kommen Calluna und Vaccinium vitis-idaea häufiger und reichlicher vor, dagegen treten alle anspruchsvolleren Kiefern-Fichtenwaldarten zurück; Gymnocarpium dryopteris, Rubus saxatilis, Melampyrum sylvaticum, Carex digitata, Maianthemum bifolium. Die in Estland beschriebenen Cladonia-, Calluna- und Vaccinium-Typen entsprechen Subassoziationen des Dicrano-Pinetum; zum Teil Degradationsstadien. Weit verbreitet sind anmoorige Heidekraut-Kiefernwälder. Die Sphagnum acutifolium-Subassoziation bildet den Übergang zum Moorwald. Eine seltene, wärmeliebende Ausbildung mit Hypochoëris maculata, Polygonatum odoratum, Hierochloë australis steht den im östlichen Weichselraum verbreiteten Kiefernwäldern nahe (Peucedano-Pinetum). Nicht nur in Lettland (MALLNER 44) tritt noch das wechselfeuchte Molinio-Pinetum auf.

2. Anmooriger Kiefern-Bruchwald (Alno glutinosae-Pinetum)

Ledum palustre kommt erst randlich vor. Häufig und reichlich bezeichnende Bruchmoorpflanzen: Carex lasiocarpa, Calamagrostis lanceolata, Thelypteris palustris. Die vorherrschende Kiefer ist regelmäßig mit Schwarzerle, Birke und Fichte gemischt. In der gut entwickelten Strauchschicht Salix aurita und Rhamnus frangula häufig. Der im Vergleich zum Ledo-Pinetum etwas besser zersetzte Torf kann erhebliche Mächtigkeit erreichen.

3. Moor-Kiefernwald (Ledo-Pinetum, Vaccinio uliginosi-Pinetum)

Er ist in Estland an Moorrändern häufig und leitet infolge der starken Torfauflage und den vorherrschenden Moorpflanzen bereits zu Moorgesellschaften über. Doch ist die geringwüchsige Baumschicht noch ziemlich geschlossen.

4. Artenreicher Kiefern-Trockenwald (Seslerio variae-Pinetum)

Die Kiefern-Steppenheidewälder von Nordwest-Estland unterscheiden sich ausgeprägt von den nordostdeutschen durch kontinentale Florenelemente, außerdem dealpine Arten (Sesleria varia, Carex ornithopoda). Dealpinen bzw. subarktischen Charakter tragen auch die angrenzenden kalkreichen Niederungsmoore bzw. Laubwiesen mit Selaginella selaginoides, Primula farinosa, Saussurea alpina, Carex davalliana, Tofieldia calyculata und Lonicera coerulea. Außerdem zahlreiche anspruchslose Arten (Vaccinium vitis-idaea, Pteridium aquilinum) und einige kontinentale Florenelemente (z.B. Astragalus danicus, Dracocephalum ruyschiana, Hierochloë australis). Trockene Ausbildung mit Arctostaphylos uva-ursi, frischere mit Calamagrostis arundinacea, Lathyrus vernus und Viola mirabilis und ärmere Ausbildung mit Vaccinium vitis-idaea, Carex montana, Hepatica nobilis.

III. Laubmischwald (Rühl 60)

1. Eichen-Trockenwald (Carici ornithopodae-Quercetum roboris)

Auf flachgründigen Rendzinaböden Nordwest-Estlands finden sich großflächig sogenannte Laubwiesen (Grehn 50), deren räumdiger Baumbestand an die mitteleuropäischen Hutewälder erinnert. Zur vorherrschenden Stieleiche gesellen sich Esche, Birke und Aspe; Hasel, Krautschicht mit kennzeichnenden Orchideen. Vorherrschende Gräser: Carex montana, Convallaria majalis, Sesleria varia; nach Linkola 29, Sanicula-Typ. In Oberestland fichtenreiche Ausbildung auf kalkreichem Moränenboden (Hepatica-Oxalis-Typ) mit Polygonatum odoratum, Campanula persicifolia und Aquilegia vulgaris als wärmeliebende Arten von weiterer ökologischer Amplitude.

2. Frischer Linden-Ulmenwald (Tilio cordatae-Ulmetum glabrae)

Die Einheit ersetzt das mitteleuropäische Querco-Carpinetum und ist mit dem südschwedischen Querco-Ulmetum glabrae (vgl. Klötzli 75) verwandt. Wüchsige Baumschicht mit Winterlinde, Bergulme und Spitzahorn, auf silurischen Kalken (am Finnischen Meerbusen auch Taxus) auch Fichte, während in der Krautschicht außer anspruchsvollen Arten (Hepatica nobilis, Viola mirabilis, Carex pilosa, Asperula odorata u.a.) relativ selten Sanicula europaea und Cardamine bulbifera auftreten; auch Trientalis europaea, Linnaea borealis; Moose spärlich. Auf flachgründigen wuchsungünstigen Rendzinen, wo die Winterlinde selten ist, wird Stieleiche zur ständigen Mischbaumart. Bei tiefgründigen Böden fällt Eiche konkurrenzbedingt aus. In standortsanalogen Fichtenwäldern verarmt auch auf reichen Böden die dann moosreiche Vegetation (Linkola 29).

3. Winterlinden-Eschenwald (Tilio cordatae-Fraxinetum)

Den mitteleuropäischen Schluchtwäldern nahestehend kommt das Tilio-Fraxinetum an schattseitigen Kalk-Steilhängen an der Küste vor, eine der seltenen Waldgesellschaften Estlands ohne eindringende Nadelbäume. Baumschicht mit Esche, Spitzahorn, Bergulme und Winterlinde. Krautschicht wird durch hygro- und nitrophile Arten (Mercurialis, Aegopodium) und Charakterarten mitteleuropäischer Schluchtwälder (Lunaria rediviva, Actaea spicata, Gymnocarpium robertianum) geprägt. Bei sonnseitiger Hanglage und etwas weniger frischem Boden steht eine wärmeliebende Ausbildung dem mitteleuropäischen Aceri-Tilietum nahe; Campanula persicifolia, Polygonatum odoratum und Astragalus glycyphyllos. Am steilen Oberhang findet sich eine fragmentarische Trockenwaldgesellschaft mit Filipendula vulgaris und Trifolium montanum, während am quelligen Hangfuß mit Weißerle, Matteuccia struthiopteris, Campanula latifolia und Lamium maculatum eine auwaldähnliche Gesellschaft entsteht.

IV. Erlenbruchwald (Carici elongatae-Alnetum)

Typische Erlenbruchwälder waren in Estland vor der menschlichen Besiedlung in den Flußniederungen weit verbreitet. Ein großer Teil wurde in Wiesen umgewandelt oder hat durch Flußregulierung und Entwässerung den ursprünglichen Charakter verloren.

C. Osteuropäische, subkontinentale Laub-Nadel-Mischwaldzone (Abb. 61, SZAFER 66)

I. Subkontinentaler Kiefernwald (Dicrano-Pinion)

Kiefer (75%) und reine, artenarme Kiefernbestände dominieren heute monoton nach jahrhundertelanger anthropogener Beeinflussung. In den Tiefebenen Polens prägen auch unter natürlichen Verhältnissen Kiefernwälder die potentielle Vegetation. Das Dicrano-Pinion, der natürliche ost- und mitteleuropäische Flachland-Kiefernwald ist eine (sub)kontinental-subboreale Parallel-Gesellschaft zum subatlantischen Quercion robori-petraeae.

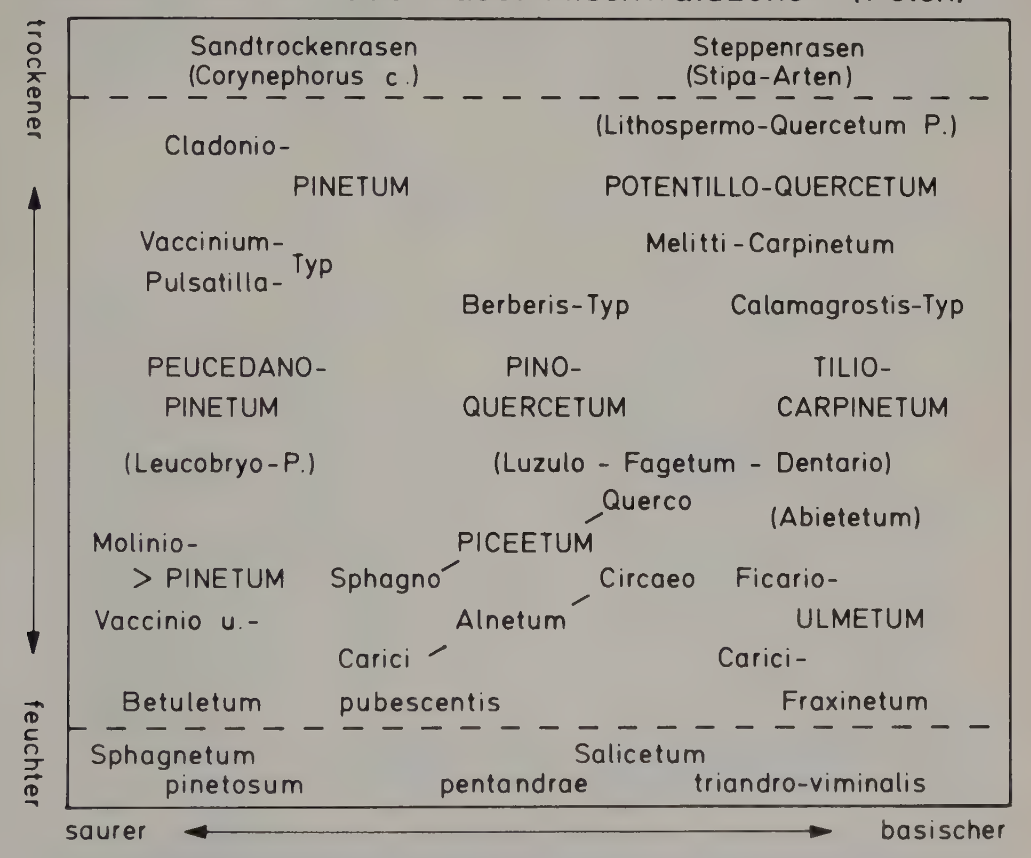


Abb. 61: Waldgesellschaftskomplex im subkontinentalen Laub-Nadel-Mischwaldgebiet Polens. Lindenreicher Stieleichen-Hainbuchenwald, Kiefer-Eichenwald und subkontinentaler Kiefernwald sind bei abnehmendem Basenreichtum der Standorte die landschaftsprägenden Schlußwaldgesellschaften.

Vikariierende Waldgesellschaften

Subatlantisch	Subatl.-subkont.	Subkontinental
Querco-Betuletum Betulo-Quercetum Stellario-Carpinetum	Leucobryo-Pinetum Fago-Quercetum Galio-Carpinetum	Peucedano-Pinetum Pino-Quercetum Tilio-Carpinetum

1. Soziologische Gliederung (Matuszkiewicz 73)

Auch natürliche Kiefernreinbestände sind über weite Strecken relativ einförmig. Durch gleitende ökologisch-soziologische Übergänge wird die systematische Erfassung erschwert, da gute Charakterarten im Zentrum des Verbandes fehlen. Nur wenige Dicrano-Pinion- und Piceetalia-Charakterarten für alle Assoziationen: Pinus sylvestris, Dicranum undulatum, Vaccinium vitis-idaea, V. myrtillus, Chimaphila umbellata, Orthilia secunda, Monotropa hypopitys, Lycopodium complanatum (Pyrola minor, Linnaea borealis, Viscum album ssp. laxum). In den durchwegs zwergstrauchreichen Kiefernwäldern (Vaccinium myrtillus et vitis-idaea) prägen stete dominante Begleiter den Vegetationsaspekt; Pleurozium schreberi, Calluna vulgaris, Hylocomium splendens, Festuca ovina, Melampyrum pratense, Dicranum scoparium, Quercus robur (Unterschicht), Juniperus communis; Avenella flexuosa nur im Westen. Aus den Trennartengruppen geht deutlich der gleitende Übergang hervor, der durch wechselnd intensiven antropogenen Einfluß noch weiter verwischt wird; nebeneinander regressive und progressive Entwicklungsstadien. Nur die standortsextremen Randgesellschaften sind gut charakterisiert. Fast in jeder Einheit Ausbildungen mit Cladonien und Molinia.

Trennarten der Assoziationsgruppen

<table>
<tr><th>Cladonio-P.</th><th>Peucedano-P.</th><th>Leucobryo-P.</th><th>Molinio-P.</th><th>Vaccinio uliginosi-P.</th></tr>
<tr><td colspan="3">Luzula campestris, Festuca ovina, Carex ericetorum, Hieracium pilosella, Rumex acetosella, Calamagrostis epigeios</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2">Calamagrostis arundinacea, Fragaria vesca, Viola canina</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="3">Luzula pilosa, Trientalis europaea, Pteridium aquilinum, Polytrichum formosum</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td colspan="2">Polytrichum commune, Betula pubescens, Sphagnum acutifolium</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td>Ledum palustre, Aulocomnium palustre, Vaccinium oxycoccus et uliginosum, Eriophorum vaginatum, Andromeda polifolia (Erica tetralix)</td></tr>
</table>

2. Ökologische Gliederung der Kiefernwälder (62, 63, 64)

Im Zentrum des Verbandes stocken auf durchschnittlichen, frischen Standorten das Leucobryo-Pinetum im westlich-subkontinentalen Raum, das noch typischere Peucedano-Pinetum im östlich-subkontinentalen Gebiet. Trockene Dünen-Standorte besiedelt der Flechten-Kiefernwald, wechselfeuchte bis nasse Standorte der Pfeifengras- bzw. der Moosbeeren-Kiefern-Bruchmoorwald, der

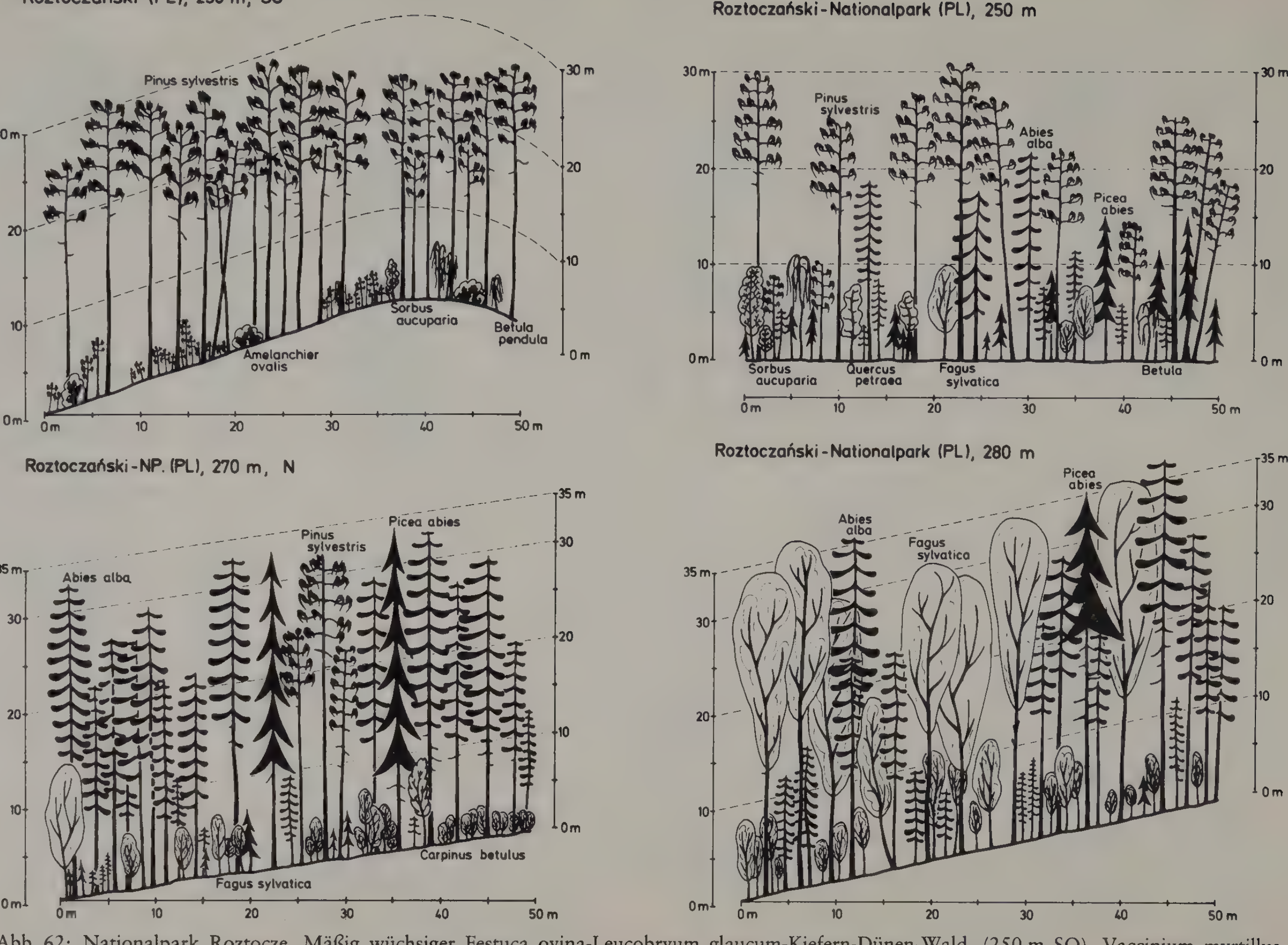


Abb. 62: Nationalpark Roztocze. Mäßig wüchsiger Festuca ovina-Leucobryum glaucum-Kiefern-Dünen-Wald. (250 m SO), Vaccinium myrtillus-Kiefernwald (250 m) mit Fichten-Tannen-Buchen-Nebenbestand auf Verebnung. Oxalis-Majanthemum-(Melica nutans-)Fichten-Tannen-Wald (270 m) mit Kiefer, die konkurrenzbedingt langsam ausfällt. Labiler Galium odoratum-Abieti-Fagetum-Standort mit optimal entwickelter Fagus-Variante (280 m).

auch noch in den küstennahen subatlantischen Raum übergreift. Auf das küstennahe subatlantische Gebiet ist der trockene bis feuchte Krähenbeeren-Kiefernwald beschränkt (siehe Mitteleuropa). Diese Gesellschaften sind kleinflächig standörtlich und regional pflanzengeographisch differenziert: westlich-subkontinentale, östlich-subkontinentale, subboreale (Fichten-Areal) und kontinentale (WALTER 74) Rasse.

3. Flechten-Kiefernwald (Cladonio-Pinetum)

Im polnischen Binnenland und in Nordost-Polen (MATUSZKIEWICZ 73, SOKOŁOWSKI 80) ist der Flechten-Kiefernwald eine natürliche Dauergesellschaft auf extrem trockenen, durchlässigen, grundwasserfernen und sehr tiefgründigen (Dünen-)Sandstandorten. Unter dem lichten Kronendach der geringwüchsigen, vielfach krüppeligen Kiefer (8–12/15 m) etwas Sandbirke, haben Flechten ihr soziologisch-ökologisches Optimum. Territoriale Charakterarten: Cladonia sylvatica, C. gracilis, C. tenuis, C. cornuta. Im westlichen Areal noch Ptilidium ciliare, Dicranum spurium, Cephaloziella starkei. **DA.**: Cladonia rangiferina, C. furcata, C. uncinalis, C. glauca, C. pyxidata, ferner Cetraria islandica und Sandtrockenrasenelemente wie Corynephorus canescens. Begleiter: Pleurozium schreberi, Dicranum undulatum, Calluna vulgaris, Juniperus communis, Vaccinium-Ausbildung. Aus Ostpreußen beschreibt STEFFEN (31) einen extremen Kiefernwald als Endstadium der Dünen-Fixierung. Flechten decken nahezu, Xerophyten sind charakteristisch: Koeleria glauca, Carex praecox, Tragopogon floccosus, Pulsatilla patens et pratensis, Epipactis atrorubens. Sandtrockenrasen und Heiden grenzen an.

4. Mitteleuropäischer subkontinentaler Weißmoos-Kiefernwald (Leucobryo glauci-Pinetum, Abb. 63)

Leucobryo- und Peucedano-Pinetum sind zwei geographisch vikariierende Gesellschaften auf analogen, relativ subatlantischen und ausgeprägter subkontinentalen Standorten, wobei eine breite, schwer abgrenzbare Übergangszone besteht. Die beiden Gesellschaften treten dabei auf analogen, aber lokalklimatisch oder edaphisch abweichenden Standorten auf. Arten mit mehr mitteleuropäischer Ausbreitungstendenz sowie Leucobryum glaucum erleichtern die Abgrenzung. Die westliche (relativ subatlantische) Gebietsassoziation gehört floristisch zu den ärmsten Kiefernwäldern. In küstenferneren Sandgebieten der planaren Stufe stockt die azidophile Einheit auf grob- bis mittelkörnigen, mäßig frischen, ausgeprägt podsolierten Sandböden mit stärkeren Rohhumusauflagen. Die schlanken und kleinkronigen Kiefern sind nur mittelwüchsig (15–20 m). Nur wenig stete Dicrano-Pinion-Arten kennzeichnen: Chimaphila umbellata, Pyrola chlorantha, mit höherer Stetigkeit: Leucobryum glaucum (teilweise Fagus sylvatica), Hypnum cupressiforme; schlesisch-pommersche und mittelpolnische Rasse.

5. Subkontinentaler Haarstrang-Kiefernwald (Peucedano oreoselini-Pinetum, Abb. 63)

Das subkontinentale Peucedano-Pinetum stellt soziologisch-ökologisch den Dicrano-Pinion-Prototyp dar, relativ artenreich und floristisch gut gekennzeichnet. Die weithin homogenen Kiefernreinbestände mit etwas Birke und reichlich Juniperus communis charakterisieren: Solidago virgaurea, Scorzonera humilis, Convallaria majalis, Polygonatum odoratum, Rubus saxatilis, Anthericum ramosum, Geranium sanguineum, ferner Arctostaphylos uva-ursi, Cytisus-Arten (ratisbonensis, ruthenicus). Die sarmatische Rasse des Peucedano-Pinetum ist im buchen-, fichten- und tannenfreien Gebiet des östlichen Mittel- und Osteuropas von Westpolen bis in die Nordukraine verbreitet. Im relativ sommertrockeneren, kontinentalen Gebiet herrscht der Kiefernwald unumschränkt auf grobkörnigen, nährstoffarmen versauerten Sandböden mit tiefem

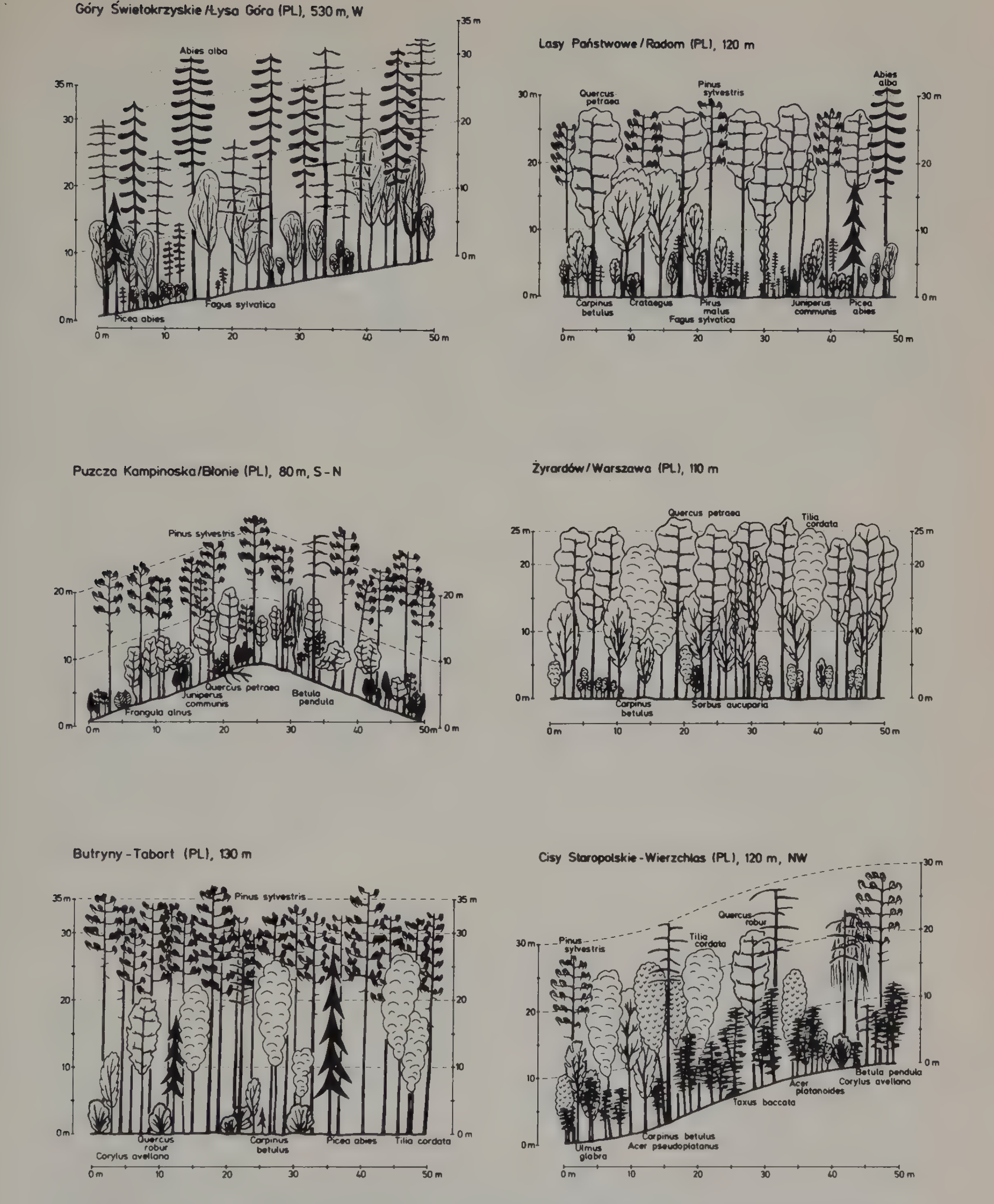


Abb. 63: Polnische Laub-Nadel-Mischwälder. Mehrschichtiger Oxalis-Majanthemum-Tannenwald mit Buchennebenbestand. Durch extremes Tannensterben am Kamm der Lysa Gora ist bereits die Hälfte der Nadelbäume ausgefallen, so daß ein sehr buchenreicher Bestand entstehen wird. Kiefern-Eichenwald (Pino-Quercetum) mit reliktischer Tanne (Carex montana, Melittis melissophyllum; Radom). Typischer lindenreicher Eichen-Hainbuchenwald (Melampyrum nemorosum; Zyrardow). Subkontinentaler Kiefernwald mit Eiche (Peucedano-Pinetum; Puszcza Kampinoska); Stieleichen-Winterlinden-Eibenwald (Calamagrostis arundinacea, Mercurialis perennis) in der Tucheler Heide (Wierzchlas). Taberbrücker Kiefernbestand, sekundär auf Tilio-Carpinetum-Standort (Calamagrostis arundinacea, Oxalis; Tabort).

Grundwasserstand. Eigene Charakterarten fehlen, die Stieleiche bleibt auch bei frischer Ausbildung auf den Nebenbestand beschränkt.

Subboreale Fichten-Ausbildung im Nordosten (Masuren, Lettland, Abb. 63). Regionale Differentialarten: Picea abies, Ptilium crista-castrensis, Lycopodium annotinum, Goodyera repens, (Linnaea borealis). Auch durch die noch reduzierte Konkurrenzkraft der Fichte ist das Areal eingeschränkt auf extrem trockene und nährstoffreichere Grobsand-Böden (Białowieś, SOKOŁOWSKI 80). Brände begünstigen die Kiefer. Der frische Heidelbeer-Kiefern-Fichtenwald (Myrtillo-Pinetum) zeigt Aspekt-Schwankungen je nach Kiefern- (moosärmer, artenreicher) oder Fichten-Dominanz (moosreicher, artenärmer). Moornah bildet eine feuchte Ausbildung mit Fichte und Moorbirke (Sphagnum nemoreum, Vaccinium uliginosum) den Übergang zum Vaccinio uliginosi-Pinetum.

In Nordostpolen ein Calamagrostio arundinaceae-Pinetum (SOKOŁOWSKI 80) mit Nadelwaldarten (Vaccinium myrtillus, Pleurozium schreberi) und wärmeliebenden Elementen (Melittis melissophyllum, Trifolium alpestre, Polygonatum odoratum). Trockene Vaccinium vitis-idaea-Ausbildung mit Calamagrostis epigeios, Carex ericetorum. Subkontinentale Arten differenzieren die geringwüchsige, trockene, wärmeliebende Pulsatilla pratensis-Untergesellschaft (Pulsatilla teklae, Arctostaphylos uva-ursi, Lycopodium complanatum, Anthericum ramosum), die im subborealen Nordosten weitgehend das Cladonio-Pinetum ersetzt.

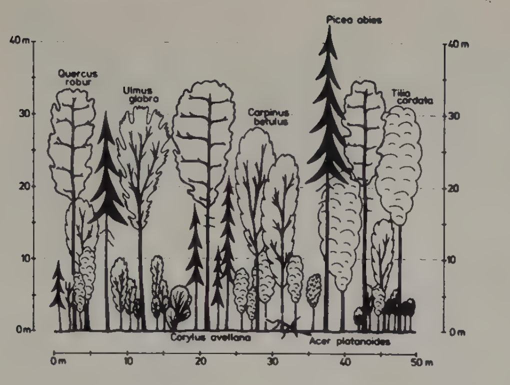
6. Wechselfeuchter Pfeifengras-Kiefernwald (Molinio coeruleae-Pinetum)

MATUSZKIEWICZ (73) hat die feuchten Subassoziationen des Leucobryo- und Peucedano-Pinetum zum Molinio-Pinetum zusammengefaßt. Die wechselfeuchten Kiefernwälder bilden einen soziologisch-ökologisch charakteristischen Ökosystemtypus in wechselfeuchten Mulden mit grundwasserbeeinflußten, gleyartigen Podsol-Böden. Trotz weiter Verbreitung hat Molinia coerulea ihren charakteristischen Schwerpunkt im Kiefernwald. **DA.**: Polytrichum commune, Frangula alnus, Moose. Die feuchten Kiefernwälder sind mit Schwerpunkt im südlichen und noch ausgeprägter im östlichen subborealen Raum verbreitet. Bezeichnend ist eine zum Kiefernbruch vermittelnde Ledum-Variante. Regional zeichnen sich vier Rassen nach dem Ausklingen subatlantischer Arten (Avenella flexuosa, Leucobryum glaucum) und der Zunahme borealer Elemente (Carex globularis) ab. Der Seggen-Kiefernwald (Carici globularis-Pinetum, Nordost-Polen) ist eine besondere Lokalausbildung.

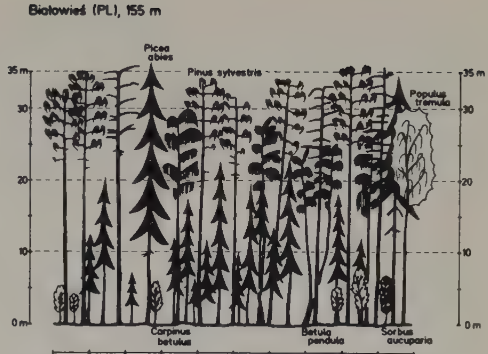
7. Nasser Kiefern-Bruchmoorwald (Vaccinio uliginosi-Pinetum, Abb. 64, 66)

Bei weiter Verbreitung vom subatlantischen Küstengebiet bis ins östliche kontinentale Flachland bildet der nasse Sumpf-Kiefernwald meist kleine Enklaven im Kiefernwald an Senken und in Mulden bei wechselnd mächtigen (bis 30/40 cm), sauren, nährelemenentarmen, nassen Torfmoorauflagen bei hochanstehendem Stauwasser (0,5–1,5 m); Torf-Gley-Podsol bis Hochmoor; ausgeprägte Spät- und Frühfrostgefahr, nur 110–115 frostfreie Tage (Tilio-Carpinetum 160; MATUSZKIEWICZ 77). Pinus sylvestris und sekundär Betula pubescens dominieren wechselnd in der lockeren Oberschicht. Moorbirke ist als Pionierbaumart in frühen Entwicklungsstadien reichlicher. Im Nordosten dringt auch langkronige Picea abies ein. Kurzschaftige Kiefern (20 m) mit schlechter Ausformung. Das Kiefer-Bruchmoor ist durch den extremen Standort sehr einförmig. **CA.**: Vaccinium uliginosum und Ledum palustre vital entwickelt (bis 1 m), die nur unwesentlich in feuchte Kiefernwälder oder in das Hochmoor übergreifen. Trennarten im typischen Torfmoos-Teppich: Sphagnum recurvum (magellanicum), Aulocomnium palustre, Vaccinium oxycoccus, Eriophorum vaginatum, Andromeda polifolia, Polytrichum strictum. In Küstennähe fällt bei geringer Torfdecke eine zum feuchten Kiefernwald (Empetro nigri-Pinetum) vermittelnde Myrica gale-Variante auf.

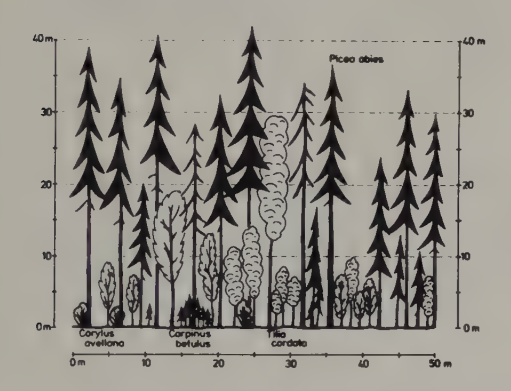




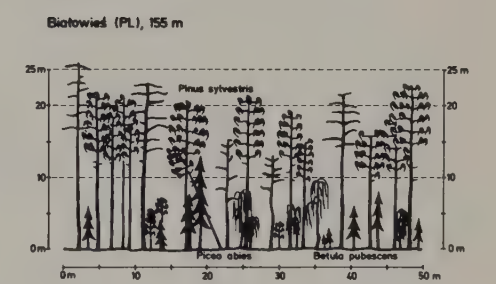
Białowieś (PL), 155 m



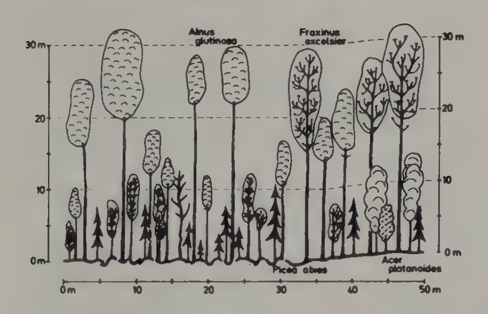




Białowieś (PL), 155 m



Urwald Białowieś (PL), 155 m



NP. Białowieś (PL), 155 m

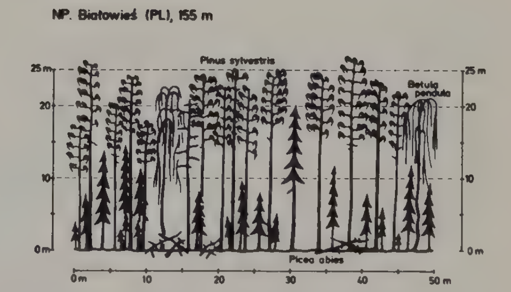


Abb. 64: Gesellschaftskomplex im Nationalpark Bialowieś. Bodenfeuchtes (Impatiens noli-tangere) Tilio-Carpinetum mit Fichte, Bergulme, sowie kleinflächiger Fichtenverjüngung bei plenterartiger Struktur (160 m). Besonders wüchsiger Eichen-Fichtenwald (fichtenreiches Tilio-Carpinetum bzw. Querco-Piceetum) mit Oxalis in schwacher Muldenlage. Mittelwüchsiger Fichten-Kiefernwald mit Aspe, Fichten-Nebenbestand und Calamagrostis arundinacea auf sandigerem Standort; Querco-Pinetum mit Serratula tinctoria (oben rechts). Schwachwüchsiges Peucedano-Pinetum mit Traubeneiche (Mitte rechts). Typischer Moorrand-Kiefernwald mit Moorbirke (Vaccinio uliginosi-Pinetum; unten rechts). Auf minerogenem Bruchmoorstandort ein Eschen-Schwarzerlenwald (Circaeo-Alnetum, unten links). Einzelheiten siehe MATUSZKIEWICZ 54, FALINSKI-MATUSZKIEWICZ 63, WALTER 74, ELLENBERG 78).

8. Sphagnum-Kiefernwaldmoor
(Sphagnetum medii pinetosum, MATUSZKIEWICZ 54)

Auf mächtigen abflußlosen, stark gewölbten Moorkörpern entwickeln sich Waldpionierbestokkungen mit 10–12 m hohen, krüppeligen, räumdig stehenden Kiefern (Moorbirke, Fichte) auf dem typischen Waldgrenzstandort. Reiser der Oxycocco-Sphagnetea dominieren: Vaccinium oxycoccus, Andromeda polifolia, Ledum palustre, Eriophorum vaginatum, Drosera rotundifolia, Sphagnum magellanicum, Sphagnum nemoreum.

9. Submontaner Reitgras-Kiefernwald
(Calamagrostio villosae-Pinetum, STRASZKIEWICZ 58)

Im Tatra-Vorland (600 m) stockt ein extrem artenarmer Kiefernwald mit beigemischter Fichte auf stauwasserbeeinflußten, anmoorigen, sehr sauren Pseudogley-Böden. Vaccinium myrtillus dominiert, Moosschicht mit Polytrichum commune, Pleurozium schreberi; gelegentlich Hochmoorarten (Polytrichum strictum), regionale Kennarten: Calamagrostis villosa, Sphagnum girgensohnii. Die Gesellschaft steht zwischen dem Vaccinio-Piceion- und Dicrano-Pinion-Verband.

II. Subborealer Fichtenwald

In Nordostpolen (Masuren bis Białowieś) ist der Fichtenwald auf extrazonale Dauergesellschaftsstandorte der Tieflagen beschränkt, da auf Durchschnittsstandorten der laubbaumreiche Klimaxwald dominiert und Sandstandorte für die Fichte zu trocken sind. Charakterarten (Vaccinio-Piceetalia, Vaccinio-Piceion) sind am Arealrand zum Teil vorhanden. Die Tieflagen-Ausbildung trennen zu den Tatra-Fichtenwäldern: Luzula pilosa, Frangula alnus, Dicranum undulatum, Pinus sylvestris, Pteridium aquilinum.

1. Torfmoos-Fichtenwald (Sphagno girgensohnii-Piceetum, MATUSZKIEWICZ 77)

Die extrazonale subboreale Gesellschaft in Nordostpolen (auch Hl. Kreuzgebirge) stockt auf feuchten, oligotrophen Torf- und Sandstandorten mit stark vergleyten Podsolen und stark versauerten dystrophen Torfböden. **B.:** Stieleiche, Fichte (Eberesche, Moorbirke), Kiefer zum Teil beigemischt; in der Strauchschicht Frangula alnus. **DA.:** Sphagnum girgensohnii, Listera cordata, Stellaria longifolia, Moneses uniflora, Corallorhiza trifida; Spagnum palustre. Reichlich Vaccinium myrtillus, V. vitis-idaea, Lycopodium annotinum, Maianthemum bifolium, Dryopteris carthusiana, Trientalis europaea; ausgeprägte Moosschicht mit Pleurozium schreberi, Hylocomium splendens, Polytrichum commune. Einzelne Hochmoorelemente können eindringen: Sphagnum magellanicum, Eriophorum vaginatum. Für Białowieś charakteristisch Equisetum sylvaticum, Plagiochila asplenioides. Kontakt zum Carici-Alnetum und Vaccinio uliginosi-Pinetum. In Nordostpolen (SOKOŁOWSKI 80) Moorbirken-Ausbildung mit Crepis paludosa, Circaea alpina, Lysimachia vulgaris, auf Zwischenmoor ein moosreicher Vaccinium myrtillus-Fichten-Moorwald, der zum Myrtillo-Pinetum überleitet (STEFFEN 31).

2. Eichen-Fichten-Mischwald (Querco-Piceetum, MATUSZKIEWICZ-POLAKOWSKA 55)

In Ostpolen (Masuren, Roztocze-Nationalpark, Hl. Kreuzgebirge) kommt der extrazonale Eichen-Fichten-Mischwald auf wechselfeuchten, stark verarmten Standorten mit stark podsolierten Braunerden bis vergleyten Podsolen vor (vgl. Abb. 64). In den geringwüchsigen Fichtenbestän-

den bleibt Quercus robur überwiegend auf den Nebenbestand beschränkt. **B.:** Betula pubescens et pendula, Pinus sylvestris (Variante), Populus tremula. **DA.:** Quercus robur, Populus tremula, Stellaria holostea, Equisetum sylvaticum, Calamagrostis arundinacea, Thelypteris phegopteris, Viola riviniana, Corylus avellana, Rubus saxatilis; auch einzelne Laubwaldarten: Lamiastrum galeobdolon, Viola reichenbachiana, Acer platanoides. Regionale Kennart Bazzania trilobata. Reichliche Nadelwaldarten: Vaccinium myrtillus (V. vitis-idaea), Lycopodium annotinum, Maianthemum bifolium, Trientalis europaea; Begleiter: Luzula pilosa, Pleurozium schreberi, Hylocomium splendens, Dryopteris carthusiana-Ausbildung auf reichen und mit Molinia litoralis auf verarmten Böden.

Hierher gehört auch der **Hasel-Fichtenwald** (Sokołowski 80, Corylo-Piceetum) mit wärmeliebenden Elementen: Campanula persicifolia, Polygonatum odoratum, z.T. eine Verlichtungsausbildung des fichtenreichen Tilio-Carpinetum. Die Calamagrostis arundinacea-Ausbildung (Steffen 31) zeigt ebenfalls einen warm-trockenen Standort an (Scorzonera humilis, ferner Corylus, Campanula persicifolia, Melica nutans; gleichzeitig Vaccinium myrtillus). Das Artengefüge belegt die Verwandtschaft zum Pino-Quercetum, von dem es durch Fichten-Dominanz, Goodyera repens, Ptilium crista-castrensis, Chimaphila umbellata zu unterscheiden ist bei gemeinsamem Auftreten von Calamagrostis arundinacea.

Der **Hochstauden-Fichtenwald** (Steffen 31) auf schweren reicheren Grundmoränen-, Ton- und Mergelböden und mit Laubbäumen im Nebenbestand (Aspe, Stieleiche, Sandbirke, Winterlinde) leitet zum Tilio-Carpinetum mit Fichte über. Equisetum sylvaticum, Impatiens noli-tangere, Festuca gigantea, Stellaria nemorum, Mnium undulatum.

III. Mesophiler Eichenwald

1. Subkontinentaler lindenreicher Eichen-Hainbuchenwald
(Tilio-Carpinetum, Abb. 64, 65)

An Polens Westgrenze klingen das mitteleuropäische Galio-Carpinetum (luzuletosum luzuloidis, lathyretosum, corydaletosum) und noch früher das subatlantische Stellario-Carpinetum (avenelletosum, ficarietosum) aus und werden durch winterlindenreiche Eichen-Hainbuchenwälder ersetzt, denen lokal Pinus sylvestris und Picea abies beigemischt sind (Matuszkiewicz 78).

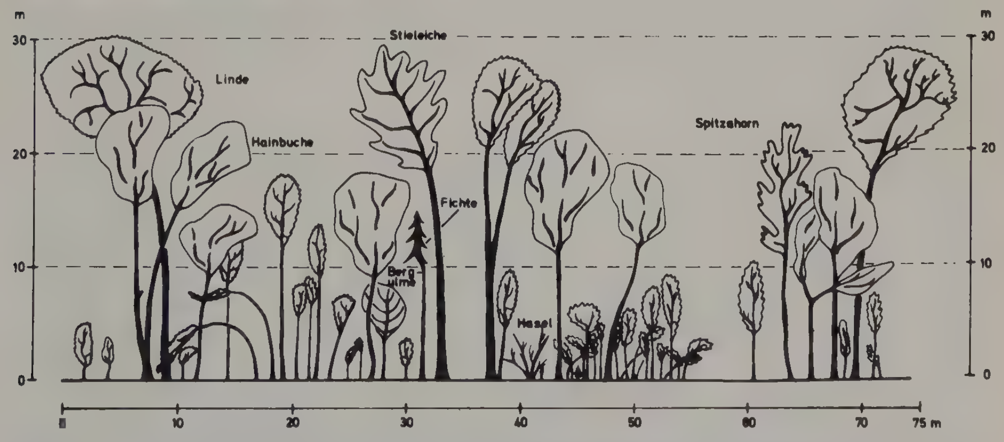


Abb. 65: Lindenreicher Stieleichen-Hainbuchenwald (Tilio-Carpinetum) im Bialowieśer Urwald (Pigott 75, aus Mayer-Tichy 79). Durch reichliche Verjüngung seit 60 Jahren wird Winterlinde zukünftig stärker hervortreten, während bei Stieleiche der Jungwuchs nahezu fehlt.

Die dominierende planar-kolline Schlußwaldgesellschaft besiedelt in Zentralpolen bis in den randlichen baltischen und karpatischen Raum (500/550 m) sandig-lehmige, tiefgründige, etwas basenreichere, höchstens schwach vergleyte bis podsolige frischere Mull-Moderbraunerden mit tieferem (über 1 m) Grundwasserstand. Schon geringe Unterschiede hinsichtlich Bodenwasserhaushalt, Nährstoffreichtum, Gründigkeit und Humushaushalt bewirken eine außerordentliche Vielgestaltigkeit des Klimaxwaldes (MEDWECKA-KORNAŚ 63, HOFMANN 63, 66, SOKOŁOWSKI 80, MATUSZKIEWICZ 54, ZARĘBA 72, PASSARGE 64).

a) Aufbau

Ausgeprägte mehrschichte Struktur. Obere Baumschicht: Lichter Schluß durch Quercus petraea (Westpolen) und bzw. oder Quercus robur (Osten); Tilia cordata, (Eiche und Linde bis 42 m, 230 cm Ø, Białowieś, FALIŃSKI 76), Acer platanoides, A. pseudoplatanus, Tilia platyphyllos (im Westen). Pinus sylvestris, Populus tremula; Betula pendula nur bei stärkerem anthropogenem Einfluß reichlicher, dann auch viele Laubbaum-Stockausschläge. Untere Baumschicht: Carpinus betulus, Acer campestre, Ulmus laevis. Reiche Strauchschicht: Corylus avellana, Euonymus verrucosa E. europaea, Lonicera xylosteum, Cornus sanguinea, Viburnum opulus, Prunus padus, Ribes alpinum, Rhamnus cathartica. CA.: Carpinus betulus, Tilia cordata, Stellaria holostea, Galium sylvaticum et schultesii, Carex pilosa-Ausbildung (Roztocze, IZDEBSKI 62), Melampyrum nemorosum, Ranunculus cassubicus (Prunus avium, Lathraea squamaria); lokal (Ojców): Aconitum moldavicum, Omphalodes scorpioides. Krautteppich mit reichlich Fagion- und Fagetalia-Arten: Dentaria bulbifera, Festuca altissima, Galium odoratum, Lamiastrum galeobdolon, Dryopteris filix-mas, Lathyrus vernus, Actaea spicata, Daphne mezereum, Sanicula europaea, Melica nutans. Ferner Aegopodium podagraria, Asarum europaeum, Oxalis acetosella. Außerdem einzelne wärmeliebende Elemente (Białowieś): Melittis melissophyllum, Polygonatum odoratum. Phänologie der Bodenvegetation im Białowieśer Urwald (FALINSKA 73).

b) Geographische Rassen

Ungewöhnlich differenziert ist die Klimaxgesellschaft, neben bodenbedingten Untereinheiten durch arealgeographische Ausbildungen.

- **Typische Ausbildung in Zentral- und West-Polen.**
- **Fagus sylvatica- und verbreitete Abies alba-Ausbildung:**
  Süd- und südostpolnische Rasse, vor allem im Karpaten-Vorland (Hl. Kreuzgebirge, Ojców Roztoczański-Nationalpark) mit Acer pseudoplatanus, Euphorbia amygdaloides.
- **Subboreale Picea abies-Ausbildung** im Nordost-Polen (Białowieś) mit steter, teilweise reichlicher Fichten-Beimischung und Nadelwaldarten (Vaccinium myrtillus, Trientalis europaea, Pyrola rotundifolia).

c) Untergesellschaften des Tilio-Carpinetum (MATUSZKIEWICZ 54, SOKOŁOWSKI 66)

Basenärmere Untergesellschaften: Die bodenverarmte, trockenere Calamagrostis arundinacea-Einheit steht im Kontakt zum Pino-Quercetum; auch Verlichtungs-Ausbildung. Reichlicher Pinus sylvestris, Picea abies, Populus tremula, ferner Betula pendula, Rubus saxatilis, Vaccinium myrtillus, Lilium martagon, Melittis melissophyllum, Convallaria majalis (Festuca heterophylla-Ausbildung). Im Westen und auf trockeneren Karpaten-Vorland-Standorten (MEDWECKA-KORNAŚ 66) kennzeichnet Luzula luzuloides. Eine moosreiche Polytrichum formosum-Ausbildung stockt auf frischeren Podsol-Braunerden; Pleurozium schreberi, Rhytidiadelphus triquetrus.

Basenreichere, bodenfrischere Untergesellschaften: Typisch und weiter verbreitet ist die Stachys sylvatica-Subassoziation an bodenfeuchten, vergleyten Unterhängen und Mulden. Hervortretend Fraxinus excelsior, Alnus glutinosa, Ulmus glabra. Trennarten: Prunus padus, Brachypodium sylvaticum, Impatiens noli-tangere, Ranunculus ficaria, Gagea lutea belegen die Alno-Padion-

Verwandtschaft. Vergleichbar ist der Hochstauden-Linden-Eichen-Hainbuchenwald in Ostpreußen (Steffen 31). In Białowieś erreicht Fichte optimalen Wuchs (55 m, 140 cm ∅, Falinski 76). Aus Nordostpolen beschreibt Sokołowski (80) Ausbildungen mit Carex remota (wechselfeucht, fichtenreich, Birke, Aspe), Circaea alpina auf sehr feuchten Böden (Esche, Schwarzerle, Astrantia major, Crepis paludosa, Mnium undulatum, Plagiochila asplenioides). Auf etwas reicheren, feuchten Böden die Corydalis cava- et solida-Ausbildung (Allium ursinum, Circaea lutetiana, Impatiens noli-tangere).

Reliktische Taxus baccata-Ausbildung. In Białystok und Nordostpolen (Sokołowski 80) ist Taxus an der Arealgrenze von schwacher Dimension (5–20 cm ∅), stark gefegt und geschält; Plagiochila asplenioides, Lathraea squamaria, Campanula trachelium, Chrysosplenium alternifolium Phyteuma spicatum; Eibenwald bei Wierzchlas (bis 13 m hohe, 1000jähr. Eiben; Abb. 63).

Thermophile Melittis melissophyllum-Untergesellschaft
(Melitti-Carpinetum, Sokołowski 80)

An trockenwarmen Standorten, vor allem Oberhängen, tritt die thermophile Einheit (z. B. Ojców-Nationalpark, Medwecka-Kornaś 63) mit Flaumeichenwaldelementen (Vincetoxicum hirundinaria, Bromus benekenii) auf. Die Nähe zum Pino-Quercetum belegen Pinus sylvestris, Orthilia secunda, Hieracium sylvaticum, Poa nemoralis. In Nordostpolen erreichen Flaumeichenwaldelemente noch größere Mengen (Carex montana, Calamintha vulgaris, Campanula persicifolia, Potentilla alba), so daß ein Melitti-Carpinetum als Übergangsgesellschaft zwischen dem Tilio-Carpinetum und dem Potentillo albae-Quercetum ausgeschieden wurde. Fließende Übergänge bestehen auch zum Corylo-Piceetum. Die feuchtere Picea abies-Ausbildung in Białowieś differenzieren Hepatica nobilis, Galium odoratum, Oxalis, Eurhynchium zetterstedtii.

Trennartengruppen (Sokołowski 80)

<table>
<tr><th>Potentillo albae-Quercetum</th><th>Melitti-Carpinetum</th><th>Tilio-Carpinetum</th></tr>
<tr><td>Trifolium alpestre
Ranunculus polyanthemus
Pulmonaria angustifolia
Peucedanum oreoselinum</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Trientalis europaea, Polygonatum odoratum, Carex montana,
Melittis melissophyllum, Geranium sylvaticum, Lilium martagon</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2">Hainbuche, Winterlinde, Hasel, Stellaria holostea,
Lamiastrum galeobdolon</td></tr>
</table>

2. Azidophiler Kiefern-Eichenwald (Pino-Quercetum, Abb. 63)

Die dem westlichen Betulo-Quercetum entsprechende Gesellschaft ist vom Tiefland bis zum Karpaten-Vorland bei großer geographischer Variabilität weit verbreitet (Matuszkiewicz 54, Medwecka-Kornaś 63, Sokołowski 80). Die großflächiger als das Tilio-Carpinetum vorkommende Einheit gehört mit dem Kiefernwald zur dominierenden natürlichen Waldgesellschaft. Heute sind die meisten Standorte gerodet. Sandige Lehme, reichere Sande, degradierter Löß mit tiefem Grundwasserstand oder mäßig podsolierte Moder-Rohhumus-Braunerden auf gering geneigten, ärmeren Standorten werden besiedelt. Lichte Baumschicht: Quercus robur oder Quercus petraea (im Westen) dominieren. Meist herrscht, besonders anthropogen bedingt, Pinus sylvestris vor. Populus tremula, Betula pendula und Tilia cordata überwiegend im Nebenbestand. Im Nordosten (Białowieś) subboreale Picea abies-Ausbildung. Noch reichlich Corylus avellana, Frangula alnus, Sorbus aucuparia, Viburnum opulus. Dieser Laub- und Nadel-Übergangstyp beherbergt Arten mit weiter ökologischer Amplitude, reichlich azidophile Elemente, aber keine guten Charakterarten. Natürliche Gesellschaftsreste und anthropogene Kiefernwälder sind kaum zu trennen. Der Nadelbaumanteil nimmt auch natürlich mit zunehmender Bodenversauerung zu.

Trennarten zu den westlichen Quercion roboris-Gesellschaften: Vaccinio-Piceetalia-Arten; Dicranum undulatum, Lycopodium annotinum, Picea abies, Pyrola-Arten (uniflora, minor, secunda), Vaccinium vitis-idaea, V. myrtillus, Calamagrostis arundinacea, Trientalis europaea; Quercetalia pubescentis-Arten: Campanula persicifolia, Lathyrus niger, Melittis melissophyllum, Polygonatum odoratum, Potentilla alba; Laubwald-Elemente: Acer platanoides, Lilium martagon, Corylus avellana, Tilia cordata; Begleiter: Peucedanum oreoselinum, Rubus saxatilis, reichlich Pteridium aquilinum, Maianthemum bifolium. Westliche Quercion roboris-Arten fehlen (z.B. Lonicera periclymenum) oder sind selten wie Avenella flexuosa, Holcus mollis, Leucobryum glaucum.

Subboreale Picea abies-Rasse des Querco-Pinetum (Białowieś, Matuszkiewicz 54). In Nordostpolen kennzeichnen neben Birke und Aspe Nadelwaldarten (Vaccinium myrtillus et vitis-idaea), Calamagrostis arundinacea und Moosreichtum (Pleurozium schreberi, Hylocomium splendens). In Białowieś (Matuszkiewicz 54, Zaręba 72) stockt auf frischeren, anlehmigen Standorten die Serratula tinctoria-Ausbildung mit reichlicher Fichtenbeimischung; Grenzstandort der Gesellschaft. **DA.**: Pteridium aquilinum, Hieracium umbellatum, Lilium martagon, Carex digitata, Aquilegia vulgaris, Melica nutans. Moosreichtum: Hylocomium splendens, Pleurozium schreberi; Begleiter: Goodyera repens, Peucedanum oreoselinum. Auf feuchteren Anmoorstandorten belegen Lycopodium annotinum (Betula pubescens, Bazzania trilobata) den Übergang zum Fichtenwald (Matuszkiewicz 54).

Untergesellschaften des Querco-Pinetum: Die Berberis vulgaris-Einheit (Matuszkiewicz 54, 55) in Mittelpolen bis Ostpreußen auf leicht podsolierten, schwachlehmigen Sandböden wurde meist in reine Kiefernbestände umgewandelt: Campanula rotundifolia, Cytisus nigricans, Festuca rubra. Thermophil-kontinentalen Charakter mit Nähe zum Potentillo-Quercetum besitzt die nordostpolnische Pulmonaria angustifolia-Untergesellschaft (Sokołowski 68, 80); lokal mit Fichte. **DA.**: Scorzonera humilis, Cytisus ruthenicus, Koeleria polonica, Pulsatilla patens, Silene nutans, Geranium sanguineum. Die westliche, relativ subatlantische Luzula luzuloides-Untergesellschaft im Ojców-Nationalpark (Medwecka-Kornaś 63) auf verdichteten, degradierten Lößböden (Matuszkiewicz 54) kennzeichnen Hieracium sabaudum, H. laevigatum. Fagus sylvatica-Variante kleinflächig an trockeneren Oberhängen mit Euonymus verrucosa, Polygonatum odoratum, Carex digitata. Abies alba-Variante an feuchteren, schattseitigen Hängen mit Trientalis europaea, Lycopodium annotinum. Im Hl. Kreuzgebirge lokal Larix polonica-Variante (Abb. 66). Die weitverbreitete, reine Pinus sylvestris-Variante ist meist sekundär: Calluna vulgaris, Sieglingia decumbens.

3. Bodensaurer Traubeneichen-Buchenwald (Fago-Quercetum)

Am Rande der Buchen-Inseln und des Buchenwald-Areals im Nordwesten kommen Traubeneichen-Buchenwälder mit Kiefer auf anlehmig-sandigen Braunerde-Podsolen vor, in grundwasserbeeinflußten Mulden mit podsoligem Gley; Molina coerulea-Untergesellschaft.

IV. Xerotherme Eichenwälder und Gebüsche (Matuszkiewicz 56)

1. Subspontaner Flaumeichenwald an der unteren Oder

Nur bei Bellinchen tritt ein artenreicher thermophiler Quercus pubescens-Buschwald mit Lithospermum purpurocaeruleum, Dorycnium herbaceum auf (Lithospermo-Quercetum subboreale, Matuszkiewicz 55, 56). Durch Artenverarmung im Vergleich zum typischen südwestmitteleuropäischen Flaumeichenwald wohl eigene reliktische Gebietsassoziation. Die Natürlichkeit ist fraglich. Nach Ellenberg (78) darf es als gesichert gelten, daß Flaumeiche im Oder-Gebiet gepflanzt wurde.

2. Thermophiler Trauben- und Stieleichenwald (Potentillo albae-Quercetum)

An südseitigen, sandig-lehmigen Kuppen oder Moränenhügeln mit nicht zu armen, kalkreichen bis podsoligen Braunerden kommt die Einheit bei weiter Verbreitung auf Sonderstandorten vor (MATUSZKIEWICZ 55, MEDWECKA-KORNAŚ 63), Kontakt zum Pino-Quercetum und Tilio-Carpinetum. Baumschicht: Lichtgeschlossene Quercus petraea-(Westen) und Quercus robur-(Osten) Wälder; Pinus sylvestris (anthropogen stärker) beigemischt. Randlich Tilia cordata, Carpinus betulus, Acer platanoides, Malus sylvestris eindringend. Reiche Strauchschicht: Pyrus communis, Crataegus, Corylus avellana, Rhamnus cathartica, Berberis vulgaris, Prunus spinosa. **CA.**: Ranunculus polyanthemus, Pulmonaria angustifolia, Vicia cassubica, Centaurea austriaca. Einzelne Wiesenpflanzen: Serratula tinctoria, Selinum cavifolia. Viele Flaumeichenwaldelemente: Carex montana, Calamintha vulgaris, Melittis melissophyllum, Trifolium medium, Lathyrus niger, Polygonatum odoratum, Campanula persicifolia, Peucedanum cervaria et oreoselinum, Vincetoxicum hirundinaria. Laubwaldarten: Melica nutans, Melampyrum nemorosum, Lathyrus vernus (Calamagrostis arundinacea).

Das Tilio-Carpinetum calamagrostietosum steht ebenso nahe wie das Melitti-Carpinetum (SOKOŁOWSKI 80). Im Vergleich zum thermophilen Pino-Quercetum ist die Einheit artenreicher, aber ärmer an südkontinentalen Arten. Subboreale Trollius europaeus-Untergesellschaft in Białowieś (MATUSZKIEWICZ 55) und in NO-Polen (SOKOŁOWSKI 80); **DA.**: Geranium sylvaticum, Aquilegia vulgaris, Gladiolus imbricatus, Trientalis europaeus, Angelica sylvestris. Ferner Nadelwaldarten: Vaccinium myrtillus, Scorzonera humilis, ebenso reichlichere Fichten-Beimischung.

3. Xerothermer Eichen-Hasel-Buschwald
(Peucedano cervariae-(Querco)-Coryletum)

Als natürliche Saumgesellschaft von trockenen Eichen- oder lichten Eichen-Kiefernwäldern tritt auf steilen, windgeschützten, sonnseitigen, flachgründigen Kalk- und Mergelstandorten diese azonale Dauergesellschaft auf. Anthropogen bedingt weit verbreitet (MEDWECKA-KORNAŚ 63, Krakauer Jura, Sandomierz, Lublin). Artenreiche Strauchschicht mit Corylus-Dominanz und kurz- bis krüppelwüchsigen Bäumen (Quercus robur et petraea, Pinus sylvestris, Ulmus minor-suberosa) und vielen Sträuchern (Prunus spinosa, Rhamnus cathartica, Euonymus verrucosa, Cotoneaster melanocarpa, randlich Cerasus fruticosa). Mosaikartige, sehr blumenreiche Bodenvegetation aus Wald- und Rasenarten und mit charakteristischen thermophilen Arten: Laserpitium latifolium, Geranium sanguineum, Tanacetum corymbosum, Cytisus ruthenicus, Anemone sylvestris.

4. Podolischer Eichenwald (Quercetum podolicum)

Die südöstliche Einheit kennzeichnen Pulmonaria mollissima, Agrimonia pilosa, Ferulago sylvatica, Galium polonicum sowie östliche-kontinentale Begleiter: Cimicifuga foetida, Polygonatum latifolium, Symphytum tuberosum. Der podolische Flaumeichen-Buschwald auf südseitigen Kalkhängen (Lithospermo-Quercetum) ist nur fragmentarisch entwickelt (MATUSZKIEWICZ 56).

V. Buchenwald-Relikte (MATUSZKIEWICZ 73; Abb. 62, 66)

Mitteleuropäische Buchenwälder umgeben halbkreisförmig das zentralpolnische Eichen- und Kieferngebiet (MATUSZKIEWICZ 80). Drei größere, isolierte Reste haben sich seit dem feuchteren, älteren Subatlantikum erhalten und stehen teilweise mit den Sudeten- und Karpaten-Buchenwäldern in direkter Verbindung. Die abgetrennten Vorkommen von Tieflagen-Buchenwäldern sind für den mäßig subkontinentalen westlichen Teil der Waldregion typisch (Góry Świętokrzyskie,

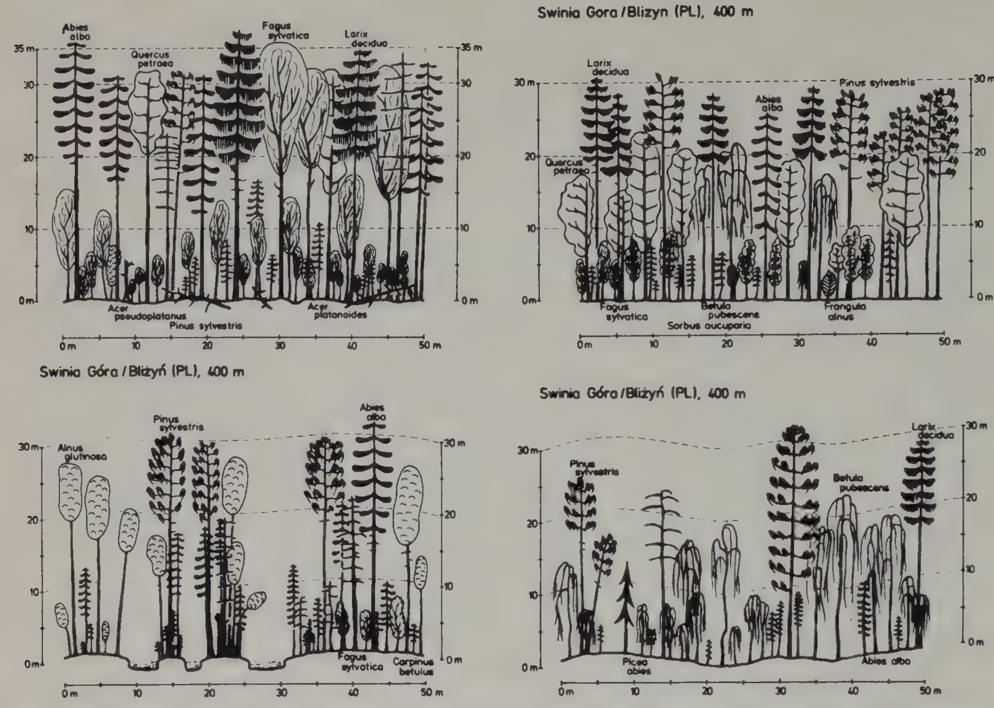


Abb. 66: Lärchen-Naturwaldreservat Swinia Góra/Hl. Kreuzgebirge: Optimalen Wuchs besitzt die polnische Lärche im bodenfrischen Traubeneichen-Buchenwald mit Tanne-Kiefer (Bergulme) mit Galium odoratum, ohne nachhaltige Überdauerungsmöglichkeit im mehrschichtigen Bestand (links oben). Günstige Konkurrenzverhältnisse bestehen für die Lärche im Querco-Pinetum mit Vaccinium myrtillus (rechts oben) mit lockerer Struktur und spärlichem Nebenbestand. Selbst der randliche Sphagnum-Moorbirken-Kiefernwald (rechts unten) ist noch ein Lärchen-Refugialstandort. Im Kiefern-Schwarzerlenwald (Alno-Pinetum) mit Tanne ist durch den hochanstehenden Gley-Horizont Lärche nicht wettbewerbsfähig.

Krakauer- und Częstochowa-Hügelland, Ojców, Roztoczański-Nationalpark bei Zamość). Durch die kontinentale Arealrandlage erfrieren in harten Wintern (z.B. 1928/29) viele Buchen und Tannen (auch Hainbuchen).

1. Bodensaurer Buchenwald (Luzulo pilosae-Fagetum)

Planar-kollin kommen auf azidophilen, nährstoffarmen, podsoligen Moderböden artenarme Tieflagen-Buchenwälder kleinflächig vor; Luzula pilosa, Carex pilulifera, Luzula campestris, Carex digitata, Convallaria majalis, Pteridium aquilinum, Trientalis europaea (früher Trientali-Fagetum); Luzula luzuloides fehlt.

2. Tieflagen-Braunerde-Buchenwald (Eu-Fagion)

Kollin-submontane Buchenwälder regelmäßig durch Laubbäume angereichert: Quercus robur, Carpinus betulus, Tilia cordata, Fraxinus excelsior, Corylus avellana, Euonymus europaea et verrucosa. Gegenüber montanen Vorkommen belegen den Übergang zum Eichenmischwald: Stellaria holostea, Hepatica nobilis, Polygonatum multiflorum, Campanula persicifolia (Isopyrum thalictroides).

a) **Submontaner Zahnwurz-Buchenwald** (Dentario glandulosae-Fagetum)

Im Karpaten-Vorland, Hl. Kreuzgebirge, bei Lublin-Zamość (SLAWINSKI 46), Ojców-Nationalpark (MEDWECKA-KORNAŚ 63) und in Roztocze (IZDEBSKI 62) kommt der kolline bis submontane Karpaten-Vorland-Buchenwald nur auf schattseitigen, reicheren Braunerde-Standorten vor. Die buchenreichen Bestände mit Bergahorn und Bergulme (Lärchen- und Tannen-Variante; Abb. 62, 66) charakterisieren: Dentaria glandulosa, Polystichum aculeatum, Veronica montana. Sonstige Fagetalia-Arten: Actaea spicata, Carex pilosa, Galium odoratum. Auf besonders nährstoffreichen, wüchsigen Standorten: Adoxa moschatellina, Corydalis cava, Impatiens noli-tangere, Isopyrum thalictroides. Eine Ausbildung mit unregelmäßiger Beimischung von Abies alba (labiles Abieti-Fagetum) kennzeichnen Dryopteris filix-mas, Oxalis, Mycelis muralis.

b) **Tiefmontaner Zahnwurz-Buchenwald** (Dentario enneaphyllidis-Fagetum)

Randlich kommt in der Schlesischen-Kleinpolnischen Hochebene und im Krakauer Jura (SOKOLOWSKI 28) die montane Gesellschaft auf Löß vor mit dominierender Buche und beigemischtem Bergahorn; Hainbuche, Eberesche, Spitzahorn, Kirsche, Traubeneiche. Bodenvegetation mit Dentaria bulbifera et enneaphyllos, Galium odoratum, Mercurialis. Ausbildungen mit Allium ursinum (Unterhänge), Asplenium trichomanes et Cystopteris fragilis (Kalkschutt) und Leucobryum glaucum sowie Vaccinium myrtillus auf podsolierten Oberhängen.

c) **Perlgras-Buchenwald** (Melico uniflorae-Fagetum)

Randlich tritt der für die baltische Jungmoräne typische Buchenwald noch im schlesischen und kleinpolnischen Hochland auf (Chełm, Złoty Potok); Lathyrus montanus, Scrophularia nodosa, Festuca altissima.

3. Seggen-Buchenwald (Carici-Fagetum)

Im Krakauer Jura und Hl. Kreuzgebirge sind Melittis melissophyllum und Lathyrus niger spezifisch, ferner differentiell: Epipactis atrorubens, Cephalanthera longifolia, Campanula persicifolia, C. rapunculoides, Polygonatum odoratum, lokal Hacquetia epipactis und Orchis tridentata (DZIUBAŁTOWSKI-KOBENDZA 33).

4. Bergahorn-Schluchtwald (Phyllitido-Aceretum)

Im Buchenwald-Kontaktbereich (z.B. Ojców, MEDWECKA-KORNAŚ 63, MATUSZKIEWICZ 73) bildet auf steilen, schattseitigen humusreichen Kalkschuttstandorten Bergahorn zusammen mit Bergulme, Sommerlinde (Buche, Kirsche, Hainbuche) eine typische Dauergesellschaft mit Schutzwaldcharakter; vereinzelt Tanne. Strauchreichtum: Corylus avellana, Lonicera xylosteum, Sambucus nigra et racemosa; CA.: Lunaria rediviva, Phyllitis scolopendrium; ferner Fagion-Arten: Dentaria glandulosa, Polystichum aculeatum; ferner Dentaria enneaphyllos, Actaea spicata. Felsschuttbesiedler: Cystopteris fragilis, Polypodium vulgare, Asplenium trichomanes.

5. Polnischer Tieflagen-Tannenwald (Abietetum polonicum; Abb. 62)

Tannenwälder mit Buchen-Nebenbestand (lokal Tannen-Buchenwald), zum Teil reine Tannenwälder, kommen noch im südpolnischen Roztocze und Hochland (Hl. Kreuzgebirge, Kakauer Jura, Tschenstochauer-Hügelland) an Hängen auf Sand und Lößlehm mit podsolierten, nicht

übermäßig frischen Braunerden vor. Regionalkennarten: Abies alba, Thuidium tamariscifolium, Rubus hirtus, Galium vernum. In der Baumschicht dominiert Tanne, Buche (meist Mittelschicht) und Fichte (Karpatenvorland) beigemischt, ebenso Sorbus aucuparia (Pinus sylvestris, Quercus robur). Nadelwaldarten dominieren: Vaccinium myrtillus, Oxalis acetosella, Lycopodium annotinum, Trientalis, Eurhynchium zetterstedtii, ferner Dryopteris carthusiana, Catharinaea undulata. Begleiter: Luzula pilosa, Maianthemum bifolium, Carex digitata. Reichlich Moose: Pleurozium schreberi, Hylocomium splendens, Polytrichum formosum, auch Dicranum undulatum. Das Abietetum polonicum circaeetosum alpinae ist an feuchte Standorte (Gymnocarpium dryopteris, Geranium robertianum) gebunden. Tieflagen-Vorkommen (130jähr., 30–35 m, 50–80 cm ∅) vielfach im Kontakt mit dem Eichen-Mischwald (Querco-Piceetum) und dem Kiefernwald sind gegenwärtig durch das Tannensterben stark gefährdet; sie waren 1930 noch von großer Vitalität (Dziubałtowski 30).

6. Polnische Lärche (Jedlinski 18, Regel 30, Rubner 60; Abb. 66)

Das Tieflagen-Relikt-Vorkommen (150–600 m) ist vor allem anthropogen bedingt bis auf zwei größere Vorkommen (Chełm, Mała Wieś) erloschen. Im typischen Tilio-Carpinetum und Abieti-Fagetum ist die Lärche nur fluktuierend wettbewerbsfähig. Die typischen Reliktstandorte liegen in geringerwüchsigen, bodensauren Eichen- und Kiefern-Waldgesellschaften ohne deckenden Nebenbestand (Querco-Pinetum, Fago-Quercetum); sogar moornahe Standorte. Wuchsrelation und Ansamungspotenz sind dann günstiger.

VI. Auwälder (Matuszkiewicz 76, Matuszkiewicz-Borowik 57)

1. Korbweidengebüsch (Salicetum triandro-viminalis)

Das Korbweidengebüsch ist auf regelmäßig überschwemmten Grobsandstandorten im Auwald größerer Flüsse und Ströme (auch Karpaten) verbreitet. Bei noch nicht weit fortgeschrittener Wasserregulierung (Weichsel) ist die Einheit noch häufiger, auch Nordostpolen (Sokołowski 80). **CA.**: Salix triandra, S. viminalis, Calystegia sepium, Phalaris arundinacea, Salix purpurea, S. fragilis, S. alba (Populus nigra), ferner Rhamnus cathartica, Prunus padus. Begleiter: Symphytum officinale, Lysimachia vulgaris, L. nummularia, Ranunculus repens. Im submontanen Sudeten-Vorland eine besondere Höhenform mit Lysimachia nemorum, Chaerophyllum hirsutum, Carduus personata.

2. Weiden-Pappel-Auwald (Salici-Populetum, Salicetum albae)

Die weitere Assoziationsauffassung dokumentiert die größere Verwandtschaft der polnischen Weichholz-Auen zu den Donau-Auwäldern als zu Mitteleuropa; auch Nordost-Polen (Sokołowski 80). **CA.**: Populus nigra, P. alba, Salix fragilis, Humulus lupulus, Salix alba, S. triandra, S. purpurea, S. viminalis, S. amygdalina, Fraxinus excelsior im Nebenbestand. Bei der typischen Untergesellschaft belegen Glechoma hederacea, Galium aparine, Prunus padus, Euonymus europaea mittlere Überschwemmungsdauer. In der Phragmites communis-Ausbildung weisen Stachys palustris, Galium palustre, Lythrum salicaria, Iris pseudacorus, Carex acutiformis und Calamagrostis canescens auf längere Überschwemmungsdauer, größere Bodennässe und typische «Versumpfung» hin. St.: Salix triandra, Cornus sanguinea, Euonymus europaeus, Frangula alnus. Luxurierender Unterwuchs: Urtica dioica, Humulus lupulus, Sambucus nigra, Glechoma hederacea.

3. Grauerlen-Auwald (Alnetum incanae)

Von den Hauptvorkommen in den Karpaten und Sudeten abgesehen, tritt nur in der Masurischen Seeplatte ein Alnetum incanae boreale auf, das sich nur durch Alnus incana vom Ficario-Ulmetum chrysosplenietosum unterscheidet.

4. Eschen-Ulmen-Hartholz-Auwald (Ficario-Ulmetum minoris)

Edelholzreiche Auwälder der typischen Hartholzaue siedeln auf feinkörnigen, lehmig-tonigen, sehr nährstoffreichen und nur episodisch überschwemmten, vergleyten Standorten, meist im Talbereich der Flüsse und Ströme; vor allem in Zentral-Polen an Terrassen zwischen Wasserläufen (Ojców, Medwecka-Kornaś 63, 66). Die meisten Standorte sind gerodet. Das Fraxino-Ulmetum (Oberdorfer 53) ist nicht identisch (Matuszkiewicz 76), da eine floristisch und standörtlich gut charakterisierte Gesellschaft vorliegt. **B.:** Fraxinus excelsior, Ulmus minor et laevis, Quercus robur, Tilia cordata, Acer campestre, ferner Carpinus betulus, Acer platanoides, in Białowieś Picea-Variante (Sokołowski 66, 80). **CA.:** Ranunculus ficaria, Galium aparine, Adoxa moschatellina, Anemone ranunculoides, Lamium maculatum, ferner differentiell zum Schwarzerlenwald: Gagea lutea, Asarum europaeum, Poa remota, Galium odoratum. Alnus glutinosa spielt eine untergeordnete Rolle, Matteuccia struthiopteris fehlt. Reichlich Alno-Padion-Kennarten: Chrysosplenium alternifolium, Mnium undulatum, Anemone ranunculoides, Ranunculus cassubicus, Carex remota. Untergesellschaften: Die planar-kolline Chrysosplenium alternifolium-Ausbildung auf feinkörnigen, nährstoffreichen, grundwasserbeeinflußten und schwarzerdeartigen Böden; Bachtäler, Seenterrassen, sommertrockene Rinnen. Oberflächliche Überschwemmung ist selten. Standortsspezifisch ist periodisch hochanstehendes, nährstoffreiches, bewegliches Grundwasser. Viola odorata-Gesellschaft an Talunterhängen der unteren Oder mit wärmeliebenden Trennarten (Campanula trachelium, Prunus spinosa) besitzt schon den Charakter eines planaren Hangwaldes; Stellaria holostea-Ribes nigrum-Ausbildung in den Masuren (Sokołowski 66).

VII. Edellaubbaumreiche Wälder

1. Sterndolden-Eschenwald (Astrantio majoris-Fraxinetum), Oberdorfer 53)

Im Sudeten-Vorland tritt die submontane Vikariante des Ficario-Ulmetum auf. **B.:** Fraxinus excelsior, Alnus incana, Quercus robur, sporadisch Prunus padus. Alno-Padion-Arten: Stachys sylvatica, Festuca gigantea; Laubwaldarten: Asarum europaeum, Polygonatum multiflorum, Pulmonaria obscura, ferner als Begleiter Aegopodium podagraria, Brachypodium syvaticum.

2. (Eschen)-Erlen-Auwald
(Circaeo alpinae-Alnetum glutinosae, Oberdorfer 53, Abb. 64)

Das Circaeo-Alnetum ist in Nord- und Mittelpolen verbreitet. Der typische (Eschen)-Erlen-Auwald auf mesotrophen Standorten der planaren Stufe begleitet meist kleinere Flüsse und Bäche; auch in ausgedehnten flachen Mulden. Standortsentscheidend ist das mäßig nährstoffreiche, langsamziehende Grundwasser, das ganzjährig relativ hoch ansteht. Die Mineralböden-Humusgley-Standorte ohne Flachmoorcharakter neigen leicht zur Versumpfung (Matuszkiewicz 54, Medwecka-Kornaś 63).

Das Circaeo-Alnetum steht dem Erlenbruchwald am nächsten. Zur charakteristischen Artenverbindung gehört stets ein Anteil von Alnetea- und auch Phragmitetea-Arten neben den vorherr-

schenden Querco-Fagetea- und insbesondere Alno-Padion-Arten. **B.**: Fraxinus excelsior-Dominanz mit Alnus glutinosa, vereinzelt Acer platanoides, Carpinus betulus, Prunus padus, Ulmus glabra. Luxurierende, üppigwachsende, vielschichtige Hochstaudenflur: Urtica dioica (bis 3 m), Filipendula ulmaria, Cirsium oleraceum. Mittlere und untere Feldschicht: Chaerophyllum hirsutum, viel Carex remota, Impatiens noli-tangere, Ranunculus repens, Chrysosplenium alternifolium. Regionale Kennarten: Circaea alpina und vielleicht Prunus padus (Optimum). Ferner bezeichnend: Solanum dulcamara, Lycopus europaeus, Frangula alnus, Iris pseudacorus, Carex brizoides, Circaea lutetiana. Die Assoziation ist recht inhomogen durch kontinuierliche Übergänge. Mitteleuropäische Ulmus laevis-Variante und Ulmus minor-Variante in den Masuren. Im Hl. Kreuzgebirge tritt eine sehr charakteristische Abies alba-Untergesellschaft auf mit Luzula pilosa, Thuidium tamariscinum. Vaccinium myrtillus. Eine subboreale nordöstliche Picea abies-Untergesellschaft hat SOKOŁOWSKI (80) als Piceo-Alnetum beschrieben. **DA.**: Plagiochila asplenioides, Thelypteris phegopteris, Trientalis europaea, Lycopodium annotinum.

Sternmieren-Schwarzerlenwald (Stellario nemori-Alnetum, MATUSZKIEWICZ 76). Die Einheit steht zwischen dem Carici remotae-Fraxinetum und dem Circaeo-Alnetum. Die im Westen gut erkennbare Grenze zwischen dem subatlantischen Stellario-Alnetum und dem subkontinentalen Circaeo-Alnetum zerfließt in Polen und das Stellario-Alnetum löst sich allmählich in Fragmente auf (SOKOŁOWSKI 68, 80; Nordostpolen); Schwarzerlenbestände mit Esche und Fichte, Matteuccia struthiopteris, Equisetum pratense, Agropyron caninum.

3. Bach-Eschenwald (Carici remotae-Fraxinetum)

Die atlantisch-submontane Einheit findet meist kleinflächig im Eichen-Hainbuchenwald verbreitet und floristisch verarmt in Polen (Masuren, Karpaten-Vorlagen, Hl. Kreuzgebirge, MEDWECKA-KORNAŚ 63) die östliche Verbreitungsgrenze. In Zentralpolen fehlend. Bachränder mit ausgeprägten Gleyböden, feuchte Hangflüsse und Quellnischen werden besiedelt. Baumschicht mit dominierender Esche, ferner Bergahorn, Weißerle, Schwarzerle. Reichlich Sträucher: Cornus sanguinea, Sambucus nigra. **CA.**: Rumex sanguineus, Veronica montana, Carex strigosa (nur im westlichen Pommern), Carex remota hat in dieser Gesellschaft nur ein ganz schwaches Optimum; ferner Chrysosplenium oppositifolium, Carex pendula. Alno-Padion-Arten: Stellaria nemorum, Chrysosplenium alternifolium, Stachys sylvatica; Laubwaldarten: Aegopodium podagraria, Impatiens noli-tangere; Begleiter: Ranunculus repens, Mnium undulatum. Die sumpfige Equisetum telmateja-Ausbildung differenzieren Equisetum limosum, Polygonum bistorta, Salix cinerea. Der Bach-Eschenwald kommt in Polen submontan im südpolnischen Hügelland in der baltischen Jungmoräne vor und klingt gegen Osten allmählich aus. Submontan lassen sich eine sudetische (Galium sylvaticum) und karpatische (Euphorbia amygdaloides) Rasse unterscheiden.

VIII. Bruchmoorwälder

1. Schwarzerlenbruchwald (Carici elongatae-Alnetum, MATUSZKIEWICZ 54)

Submontan-planar weit verbreitet (STEFFEN 31, SOKOŁOWSKI 68, 80). In anmoorigen Tieflagen mit ganzjährig stagnierendem Wasser und in flachen Quellgebieten mit episodischen Überflutungen. Die Bruchmoor- bis Gleystandorte mit bis 15 cm Bruchmoortorfauflage sind relativ nährstoffarm. Baumschicht mit Alnus glutinosa-Dominanz und Betula pubescens, vereinzelt Fraxinus excelsior, Quercus robur; im Nordosten stete Picea abies-Beimischung. Strauchschicht lokal reichhaltig: Salix cinerea, Frangula alnus, Humulus lupulus. **CA.**: Carex elongata, Thelypteris palustris, Calamagrostis canescens, Lycopus europaeus, Trichocolea tomentella, Calla palustris, Ribes nigrum, ferner Osmunda regalis, Iris pseudacorus, Carex vesicaria. Typisch ist ein ausgeprägtes Standorts- und Vegetationsmosaik durch relativ trockenere Hügel (bis 60 cm hoch) und tiefe Schlenken. Es mischen sich Molinietalia (Filipendula ulmaria, Lysimachia vulgaris), Phragmitetalia in Mulden (Carex acutiformis, Phragmites communis), Caricetea fuscae (Coma-

rum palustre, Calliergon cordifolium). In Depressionen Wasserpflanzen: Lemna minor, Hottonia palustris. Subkontinentale östliche Ausbildung mit Dryopteris cristata.

2. Bruchmoor-Weidengebüsch (Salicetum pentandrae-cinereae)

Das Lorbeer-Weidengebüsch bildet das Wiederbewaldungsstadium des Schwarzerlenbruchwaldes auf Anmoorgleyböden (Bruchmoor, Gyttja), wobei besonders typisch die Bülten besiedelt werden (in Schlenken Phragmites); auch auf lange überschwemmten Ufersäumen (MEDWECKA-KORNAŚ 66). **CA.**: (Alnetalia): Calamagrostis canescens, Salix cinerea, Dryopteris cristata, Frangula alnus, Salix aurita, Carex elongata, Calla palustris, Lycopus europaeus. Typisches Artengefüge aus Molinietalia (Equisetum limosum), Caricetea fuscae (Menyanthes trifoliata); Begleiter: Acrocladium cuspidatum, Climacium dendroides.

3. Strauchbirkenmoor (Betulo humilis-Salicetum repentis, OBERDORFER 64, SOKOŁOWSKI 80)

Ein Mosaik mit offenen Moorgesellschaften auf nicht zu extremen Flachmoortorfstandorten. Strauchschicht mit Betula pubescens, Salix repens, Salix cinerea, S. pentandra. Weitere Kennarten: S. rosmarinifolia, S. lapponum, S. myrtilloides. Spezifische Begleiter: Dryopteris cristata, Thelypteris palustris, Calamagrostis canescens, reichlich Zwischenmoorelemente. In Ostpreußen-Masuren treten arktisch-alpine (Rubus chamaemorus, Saxifraga hirculus) und subarktische Elemente hinzu (Ledum palustre, Cassandra calyculata).

4. Torfmoos-Moorbirkenwald (Thelypterido palustris-Betuletum pubescentis)

Die nordostpolnische Einheit (SOKOŁOWSKI 80) steht zwischen dem Carici elongatae-Alnetum und dem Vaccinio uliginosi-Pinetum. Bei geringerer Torfmächtigkeit ist der Stauwasserspiegel relativ hoch. **B.**: Moorbirken-Dominanz, reichlich Fichte, Kiefer teilweise fehlend (Salix pentandra). Komplexes Vegetationsgefüge mit Alnetalia (Dryopteris cristata, Calla palustris, Calamagrostis canescens), Vaccinio-Piceetalia (Pleurozium schreberi, Vaccinium myrtillus), Phragmitetalia (Peucedanum palustre, Menyanthes trifoliata), Oxycocco-Sphagnetea (Andromeda polifolia, Sphagnum nemoreum et magellanicum, Vaccinium oxycoccus).

D. Russische kontinentale Eichenwaldzone

(WALTER 74, Abb. 67)

I. Kontinentales westukrainisches Stieleichen-Hainbuchenwaldgebiet (Aceri platanoidis-Carpinetum)

In der nödlichen Westukraine fehlt Quercus petraea, Tilia cordata tritt zurück und dafür prägt Acer platanoides die kontinentale Rasse des Eichen-Hainbuchenwaldes. **B.**: Quercus robur, Acer platanoides, A. pseudoplatanus, Fraxinus excelsior, Ulmus-Arten; Kiefer nicht konkurrenzfähig, Carpinus betulus im Nebenbestand. Bei Kiew sind diese artenreichen Wälder gut charakterisiert. **S.**: Acer campestre, Wildobstbäume (Corylus avellana, Euonymus verrosa, Acer tataricum); **K.**: mit Frühlingsblühern (Galanthus nivalis, Scilla bifolia, Corydalis solida) und Galium odoratum, Polygonatum multiflorum et latifolium. In Schluchten Dominanz von Allium ursinum und Ranunculus ficaria. Südlich Uman dominiert bei trockenerem Klima Carex pilosa. Im Süden der Waldsteppe ist der «Schwarze Wald» am Ingulez erhalten geblieben. Eichen-Hainbuchenwälder

Kontinentale Eichenwaldzone (Rußland, WALTER 1974)

trockener ↔ feuchter

Festuca-Sandsteppen	Wiesensteppen	Federgras-Steppen
substepposum	substepposum	Prunetum sp.
cladonietosum		Pruno sp.-Quercetum
	pteridietosum	
vaccinietosum		Pyro mali-Quercetum
CYTISO-PINETUM	QUERCO-PINETUM	ACERI TATARICI-QUERCETUM
	(Pino-Carpinetum)	(Aceri platanoidis-Carpinetum)
Pinetum – myrtilletosum / ledetosum	Populo-Quercetum	Ulmo-Quercetum
Betuletum pubescentis		Populetum tremulae
Sphagnetum	Phragmitetum	Salicetum cinereae

saurer ↔ basischer

Abb. 67: Waldgesellschaftskomplex in der kontinentalen, südrussischen Waldzone (WALTER 74). Vom Tatarenahorn-Eichensteppenwald der durchschnittlichen Standorte löst sich gegen Süden mit zunehmender Trockenheit der Wald auf. Buschreiche Stadien leiten zur Federgrassteppe über.

mit Carex pilosa nehmen die steileren Hänge ein, auf flacheren dominiert Stellaria holostea, in den Schluchten Aegopodium podagraria, während auf ebenen Flächen die Hainbuche fehlt, so daß Eichenwälder entstehen.

1. Gesellschaften in Polesien

Im niederschlagsreicheren Gebiet werden vom bodenfrischen Oxalis acetosella-Aegopodium podagraria-Eichen-Hainbuchenwald graue Waldböden und frische, schwach podsolierte, lehmige Sande besiedelt. Hainbuche erreicht die obere Baumschicht, auch Alnus glutinosa. Bezeichnend Frangula alnus, Viburnum opulus, Hepatica nobilis, Orobus vernus, Galium odoratum; lokal Carex brizoides-Dominanz. Kleinflächig auf kalkhaltigen Böden in der Asarum europaeum-Sanicula europaea-Ausbildung mit Esche (Pulmonaria officinalis, Polygonatum odoratum) auf der westlichen Wolhynischen Platte noch Quercus petraea, Bergahorn, Veronica montana und mitteleuropäische Arten. In der bodenfeuchten Filices-Impatiens-Gesellschaft tritt Späteiche auf (Quercus robur var. tardiflora). S.: Sambucus nigra, Viburnum opulus. K.: Stachys sylvatica, Filipendula ulmaria. Durch hohen Nitratgehalt erreichen Ulmus minor et glabra (Fraxinus excelsior) beachtliche Dimensionen. Bei hohem Grundwasserstand verdrängt Alnus glutinosa Hainbuche (Ranunculus repens, Chrysosplenium alternifolium.

Gesellschaftskomplex: Eichen-Hainbuchenwald (Plateaustandorte, Schatthänge), Eichenwald (Niederungen, Lößterrasse), Eichen-Ulmenwald (untere Schluchthänge, Talwege), Kiefern-Eichenwald (Sandterrassen am Bug), Erlen- und Weidengebüsche (Überschwemmungsgebiet).

Pflanzengeographischer Charakter: In Podolien finden sich in birkenreichen Kahlschlagbeständen häufig südsibirische Elemente: Adenophora liliifolia, Pulmonaria mollissima, Carex rhizina, Cimicifuga foetida. Im stärker kontinentalen Poltava-Gebiet an der östlichen Hainbuchengrenze fallen mitteleuropäische Elemente fast ganz aus und östliche Arten treten hervor: Arabis pendula, Crepis sibirica, auch die in Osteuropa endemische Viola tanaitica. Bei Tschigirin kommen noch submediterrane Relikte der postglazialen Wärmezeit vor (Cornus mas, Coronilla elegans, Lithospermum purpurocaeruleum, Scilla sibirica, Symphytum tauricum), die in der Moldau-Republik im Quercetum pubescentis ihre Hauptverbreitung haben (interessantes Relikt Euonymus nana) und Dnjepr aufwärts immer mehr verschwinden.

Kontinentaler Winterlindenwald (KONOWALOW 29): Auf reicheren Böden im Nordosten kleinflächig mit Pulmonaria officinalis, Mercurialis perennis, Aegopodium podagraria.

2. Bessarabischer Traubeneichen-Hainbuchenwald

Im westlichen Dnjepr-Gebiet kommt Stieleiche fast nur noch in Schluchten vor; Esche, Spitzahorn und Winterlinde hervortretend. Reichlich submediterrane Arten durch das wärmere Klima, graue Waldböden; Sorbus torminalis, Staphylea pinnata, Tilia tomentosa, Loranthus europaeus; **K.:** Carex brevifolia, Polygonatum latifolium, Melica picta, Asparagus tenuifolius.

II. Kiefern-Stieleichen-Hainbuchenwald (Pino-Carpinetum, WALTER 74)

Kiefer kann sich natürlich im Kontaktareal der Kiefern- und Laubwälder nur bei flächigem Zerfall, bei Kahlschlag oder Beweidung reichlicher ansamen. Auf sandigen, lehmigen Böden ist die Kiefer nachhaltig nicht mehr konkurrenzfähig. Diese typische Übergangsgesellschaft am Arealrand des Eichen-Hainbuchenwaldes stellt bei ausgezeichnetem Wuchs der Kiefer den Übergang zu den reinen Laubwäldern dar; z. B. Moränengebiet Polesiens. In der Oberschicht herrscht Kiefer, in der unteren Baumschicht Eiche, ferner Hainbuche, Ahorn, Linde, Pyrus communis; im Süden noch Birke, Acer tataricum, Linde. Besonders häufig sind Rubus saxatilis (Ausbildung), Maianthemum bifolium, Orthilia secunda, Betonica officinalis, ferner Calamagrostis arundinacea, Pteridium aquilinum (ärmere Böden), Orobus vernus, Melica nutans, Maianthemum bifolium, Geranium sanguineum, Asarum (reichere Böden).

Auf frischeren, stärker podsolierten Standorten der Vaccinium myrtillus-Kiefern-Laubwald mit Corylus, Frangula alnus, Maianthemum bifolium, Stellaria holostea. Der farnreiche, grundfeuchte Kiefern-Laubwald stockt auf Gley-Podsolböden mit Schwarzerle, Aspe, Athyrium filix-femina, Dryopteris carthusiana, Filipendula ulmaria, Peucedanum palustre, Polytrichum commune.

III. Eichen-Kiefernwald (Querco-Pinetum)

In Polesien (Minsk–Kiew) haben die kiefernreichen Waldtypen besondere Bezeichnungen (Abb. 68, WALTER 74).

Bor: Reine Kiefernwälder (Pineta) auf armen fluvio-glazialen Sanden, die je nach Feuchtigkeit des Bodens einen lockeren Unterwuchs besitzen; **Subor:** Eichen-Kiefernwälder (Querceto-Pineta), in denen die Kiefern die obere und die Eiche die untere Baumschicht bildet; Unterwuchs wenig entwickelt, schwach podsolige, leichte, lehmige Sande; **Sugrudki:** Kiefern-Laubwälder, die KLEOPOV als Carpino-Nemoreto-Pineta bezeichnet, wobei er unter Nemoreta Eichenmischwälder mit Linden, Ulmen und Ahorn versteht; **Grud:** Eichen-Hainbuchenwald (Querco-Carpinetum) auf grauem Waldboden über Löß mit Eiche in der Oberschicht und Hainbuche im Nebenbestand sowie Strauchschicht.

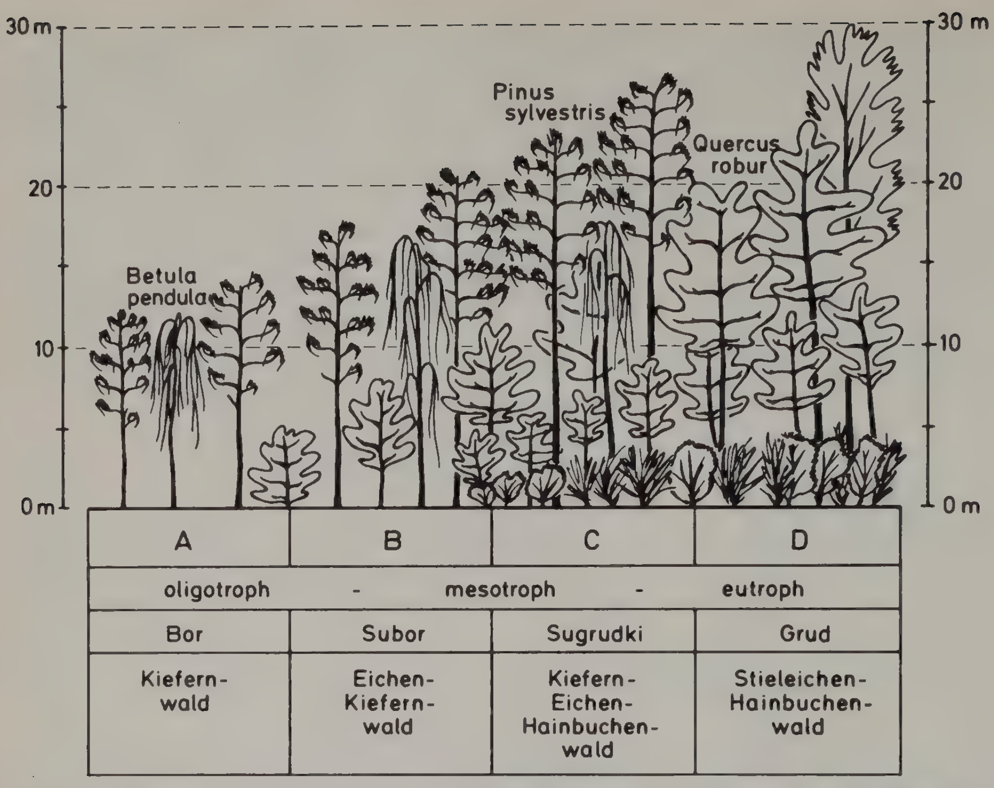


Abb. 68: Abhängigkeit der Waldtypen und der Kiefernverbreitung vom Standort (nach POGREBNJAK, WALTER 74). Nur auf bodensauren trockenen Sandböden kann Kiefer nachhaltig Waldgesellschaften aufbauen.

Konkurrenzsituation Kiefer–Laubbäume: Reine Kiefernwälder mit vereinzelten Birken bestokken nährstoffarme Sande. Auf lehmigen Sanden von etwas höherem Nährstoffgehalt erreicht die Eiche die untere Baumschicht. Bei Lehmboden kommt im Südwesten die Hainbuche hinzu. Schließlich wird auf den besten Böden die Kiefer durch reine Laubwälder verdrängt. Seit dem Boreal waren reine Kiefernwälder weit verbreitet, wurden aber später von den Laubwaldarten auf die ärmsten Quarz- und Dünengebiete abgedrängt. Nur auf etwas besseren Böden bilden sich nachhaltig Mischbestände.

Östlicher Eichen-Kiefernwald ohne Hainbuche

Ostwärts der Arealgrenze von Carpinus (Sanicula, Dentaria bulbifera) tritt der Eichen-Kiefernwald mit den Untereinheiten: Rubus saxatilis, Vaccinium myrtillus und Filices auf. Bei dieser kontinentaleren Ausbildung treten Tilia cordata, Acer platanoides und Corylus avellana hervor. In lindenreichen Quercus-Pinus-Mischwäldern kann sich Pinus sylvestris baum-, trupp- und gruppenweise immer wieder in der Zerfallsphase verjüngen (Białowieś). Die meisten Kiefern-Eichen-Mischwälder der südlichen Waldzone wurden in reine Kiefernbestände umgewandelt. Eichen-Kiefernwälder Polesiens (rechtsufriges Dnjeprgebiet) bilden meist Zweischichtenbestände mit Pinus sylvestris-Oberschicht und Quercus robur-Nebenbestand, der selten in den Hauptbestand durchwächst. Schwach entwickelte Strauchschicht mit Sorbus aucuparia, Frangula alnus, Euonymus verrucosa. Krautschicht aus lichtliebenden Laubwald- und Kiefernwaldarten: Pteridium aquilinum, Pulmonaria angustifolia, Cytisus ruthenicus, Genista tinctoria, Calluna vulgaris; im mittleren Polesje-Gebiet reliktisch Rhododendron flavum.

Untergesellschaft des Querco-Pinetum: Die laubwaldartenreiche Löß-Ausbildung leitet zum Eichen-Hainbuchenwald über; neben Kiefernwaldarten (Chimaphila umbellata, Vaccinium vitis-idaea) auch anspruchsvolle Laubwaldelemente (Sanicula europaea, Dryopteris filix-mas; ferner Wildapfel, Wildbirne). Wechselfrischer, noch krautreicher Pteridium aquilinum-Eichen-Kiefernwald mit Zwergsträuchern (Genista germanica, Cytisus biflorus); auf Sand mit Arctostaphylos uva-ursi, Lycopodium clavatum und Moosen. Auf lehmreichen Böden wächst die Stieleiche in die Oberschicht durch; kleinflächig Heidelbeer-Eichen-Kiefernwald. Bei lehmigen, vergleyten Sandpodsolen entwickelt sich vital Carex brizoides (mitteleuropäisch), das sogar Vaccinium myrtillus verdrängen kann. Rhododendron flavum bildet gerade auf bodensauren Böden ein dichtes Unterholz (–1.5 m), das sich nach Bränden gut vegetativ erneuert; selbst auf anmoorigen Ledum palustre-Standorten. Die Sumpfporst-Ausbildung auf staunassen Gleypodsolen und mächtiger Humus-Torfschicht mit Kiefer (häufig Windwurf), Eiche, Moorbirke, Schwarzerle kennzeichnen Vaccinium myrtillus, V. oxycoccus, Carex lasiocarpa, C. canescens, Eriophorum vaginatum, Scutellaria galericulata; außerdem Sphagnum-Arten (acutifolium, recurvum), Polytrichum commune. Im Kontakt auf extrem nassen Standorten des Sphagnum-Kiefern-Waldmoors mit Calamagrostis lanceolata, C. neglecta, Comarum palustre, Equisetum limosum.

IV. Kontinentale Kiefernwälder

(Cytiso ruthenici-Pinetum, KLEOPOV-GAMS 43)

1. Kiefernwald der südlichen Waldzone (Abb. 69)

Im nordukrainischen Polesien hat KLEOPOV (GAMS 43) folgende Einheiten beschrieben: Pinetum cladinetosum, vaccinietosum, myrtilletosum, uliginoso-ledetosum, die in dieser Reihenfolge vom Dünenkamm zum Dünental auftreten. Zu subkontinentalen polnischen Vorkommen bestehen keine wesentlichen Unterschiede, so daß sie als kontinentale Rasse anzusehen sind.

Dem Peucedano-Pinetum entspricht das nordukrainische, kontinentale Pinetum vacciniosum mit Cytisus ruthenicus, Carex ericetorum, Calluna als Auflichtungs- und Brandzeiger. Die moosreiche Ausbildung (Dicranum undulatum, Ptilium crista-castrensis, Leucobryum glaucum) leitet zum Heidelbeer-Kiefernwald (Pinetum myrtilletosum) auf feuchteren gemuldeten Standorten mit Grundwasser in 1–2 m Tiefe über; vergleyte Sandpodsole. Auffallende Arten: Betula pubescens, Frangula alnus, Cytisus ruthenicus, Molinia caerulea, in Lichtungen Nardus stricta. Vaccinium myrtillus-Dominanz, reichlich Moose, bei Moorwaldnähe auch Ledum palustre, Vaccinium uliginosum, Polytrichum commune. Die kontinentale Nordukraine-Ausbildung des Molinio-Pinetum ist kleinflächig auf Dellen des Heidelbeerwaldes beschränkt; auch Salix cinerea und S. lapponum; bei Hochmoornähe treten noch subarktische Relikte auf: Chamaedaphne calyculata, Oxycoccus microcarpus, Carex pauciflora. Im kontinentalen Cladonio-Pinetum sind Besiedler offener Sandflächen reichlicher: Helichrysum arenarium, Sempervivum ruthenicum. Bei wanderndem Sand stellt sich eine offene, sandsteppenartige Vegetation ein (Dianthus arenarius, Carex colchica, Artemisia campestris).

2. Kiefernwälder der Waldsteppenzone

a) Kiefernsteppenwald (Querco-Pinetum)

Boreale Elemente fallen aus, typische Steppenarten treten auf den Sandterrassen der Flußtäler an ihre Stelle (Kiew). Unter der Kiefer bilden Eiche (schlechtwüchsig), Birke und Aspe den Zwischenstand. Häufig Pteridium aquilinum, Peucedanum oreoselinum, Clematis recta. Reliktisch Daphne cneorum. Steppenelemente: Stipa joannis (pennata), Echium rubrum, Linum flavum, Prunus fruticosa, Dracocephalum ruyschiana, außerdem Cephalanthera rubra, Pyrola minor, Calluna, Vaccinien, vereinzelt Prunus spinosa (fruticosa), Spiraea crenifolia.

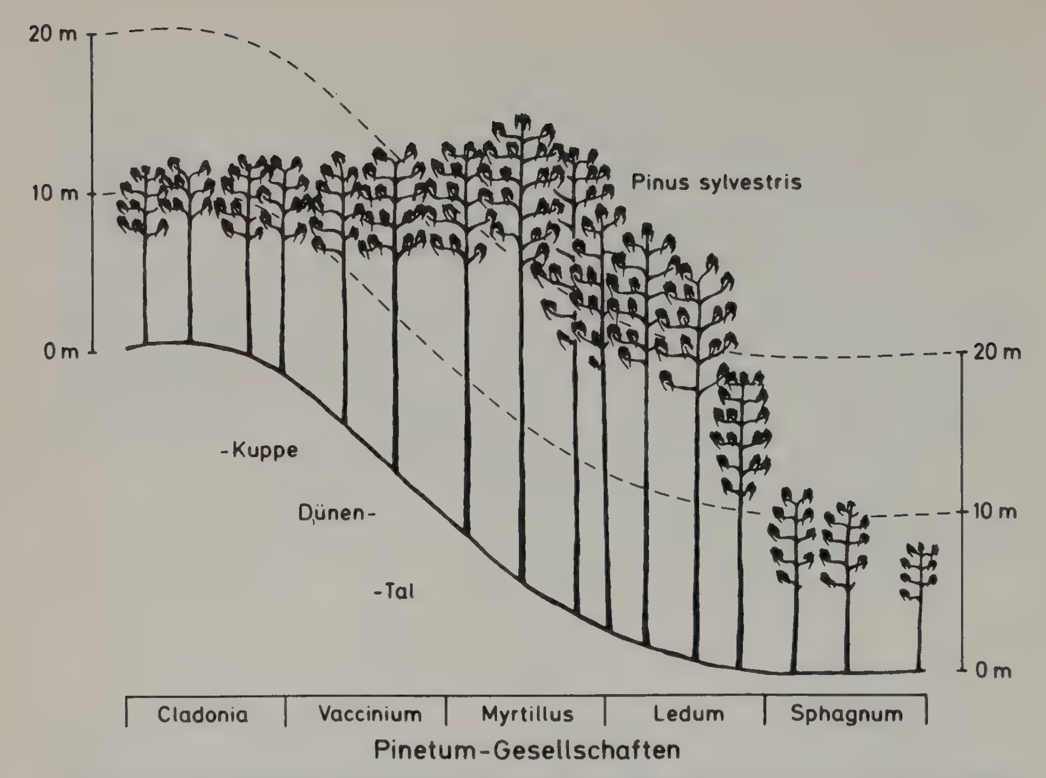


Abb. 69: Schematisches Bestandesprofil duch subkontinentale Dünenkiefernwälder vom trockenen Dünenkamm (Cladonio-Pinetum) zum mäßig trockenen bis frischen Vaccinium vitis-idaea- bzw. V. myrtillus-Kiefernwald (Leucobryo-Pinetum) und zum moornahen Kiefernwald mit Ledum und Sphagnum (nach Pogrebnjak aus Walter 74).

b) **Sand-Kiefern-Steppenwald** (Pinetum pulsatilletosum substepposum)

Auf sandigen Flußterrassen (Donez, Samara) kommen noch stet viele Kiefernarten vor (Chimaphila umbellata, Orthilia secunda, Pyrola rotundifolia, Lycopodium clavatum), doch überwiegend Charakterarten der Sandsteppe. Am Donez dominieren auf schwach podsolierten Sanden mit sporadischer Birke und Cytisus ruthenicus, an trockenen Stellen Flechten (Cladonia mitis, Cl. alicornis) und Moose (Polytrichum piliferum, Tortula ruralis); Gagea erubescens, Euphorbia seguieriana, Verbascum phlomoides, Calamintha acinos; ferner Carices (michelii, ericetorum, ruthenica), Chondrilla juncea, Peucedanum oreoselinum, Veronica spicata. Charakteristisch echte Steppenelemente: Stipa joannis, Scorzonera purpurea, Tragopogon donetzius. Auf etwas frischeren Stellen: Calamagrostis arundinacea, Polygonatum odoratum, Pulsatilla pratensis, P. patens. Stellen mit Sandverwehung kennzeichnen: Salix acutifolia, Carex colchica und besonders die Flechte Cornicularia steppae.

c) **Kalk-Kiefern-Steppenwald der Schiguli** (Wolga)

Ausgeprägter Steppencharakter, vor allem in der Strauchschicht (Amygdalus nana, Cerasus fruticosa, Caragana frutex, ferner Arctostaphylos uva-ursi, Stipa joannis). In mittelrussischen Kiefernwäldern kommen auf Kreidehängen zahlreiche Relikte vor: Daphne sophia, Androsace villosa, Potentilla tanaitica, während im südlichen Donez-Gebiet xerotherme Elemente wie Cotinus coggygria, Polygala cretacea, Epipactis atrorubens auffallen.

V. Südliche kontinentale Eichenwald- und Waldsteppenzone

(WALTER 74, Abb. 70)

Eichenreiche Laubwälder nehmen nur einen schmalen, gegen Osten am Ural auskeilenden Streifen zwischen der nördlichen Nadel-Laubwald-Mischwaldzone (Kiew – Kazan – Swerdlowsk) und der südlichen Steppenzone ein (Odessa – Woronesh – Kazan – Swerdlowsk), während nur anspruchslosere Arten (Betula, Sorbus, Populus) weiter nach Norden und Sibirien vordringen. Die ehemals dichten Laubwälder auf nährstoffreichen Böden im ukrainischen Schwarzerdegebiet bildeten stellenweise (Tula-Rjasan) einen natürlichen Schutzwald gegen die aus Asien hereinbrechenden Steppen-Nomaden. Im Westen und Osten werden die ehemals reinen Laubwälder auf Sandflächen von Kiefern-Eichenwäldern abgelöst, im Norden gegen das Mischwaldgebiet dringen Fichte und Kiefer immer stärker ein.

Makromosaik-Struktur der Waldsteppe

Charakteristisch löst sich die Waldzone nach Süden auf durch zunächst inselartige, dann aber immer größere Flächen einnehmende, baumlose Wiesensteppen. Es verbleiben schließlich nur noch Waldstreifen in eingeschnittenen Tälern, bis auch diese weiter südlich ganz verschwinden. Diese Übergangszone zwischen Laubwald und baumloser Steppe, vergleichbar Taiga-Tundra-Kontakt, wird als Waldsteppe bezeichnet. Sie beginnt im Norden unter natürlichen Verhältnissen dort, wo die ersten großen Wiesensteppenkomplexe auf Plateauflächen die Waldflächen unterbrechen und

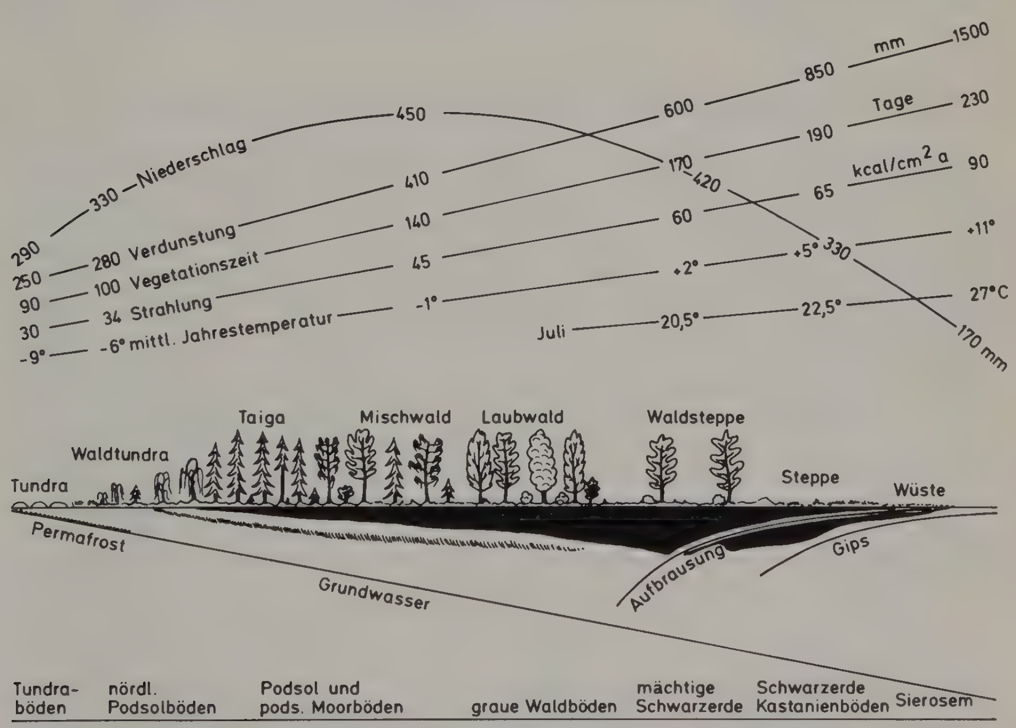


Abb. 70: Schematisches Klima-, Vegetations- und Bodenprofil durch die osteuropäische Tiefebene von NW nach SO (verändert aus WALTER 73). Schwarz Humushorizont; gestrichelt illuvialer B-Horizont. Vegetationszeit in der Tundra: Tage mit Temperaturmittel über 0 °C. Die gesamte Biomasse (t/ha) beträgt in der arktischen und Zwergstrauch-Tundra 5–28, in der nördlichen bis südlichen Fichten-Taiga 100–330, in der lichten Kiefern-Taiga 280, um im Eichenmischwaldgebiet mit 400 t/ha zu kulminieren. Von der Steppe (10–25) geht dann die Biomasse in der Halbwüste auf 2–4 t/ha zurück (DUVIGNEAUD 74).

hört im Süden auf, wenn die Wälder nur noch als Galeriewälder die großen Flüsse in einer reinen Steppenlandschaft begleiten. Die eigentliche Waldsteppe stellt ein Makromosaik von Wald und Wiesensteppen dar.

Standort: Kleinklimatische oder edaphische Faktoren entscheiden über das lokale Auftreten von Wald oder Steppe. Die Waldsteppe besitzt eine gerade noch ausgeglichene Wasserbilanz in der Grenzzone zwischen semihumidem Waldklima und semiaridem Steppenklima (Abb. 70).

Grenzwerte für Jahresniederschlag (mm) und Mitteltemperatur

		Jahr	Januar	Juli
Südliche Waldzone	500–600 mm	3,6–6,9°C	–2,0 / –15°C	20–22°C
Waldsteppenzone	400–500 mm	3,4–7,0°C	–3,0 / –15°C	21–23°C
Steppenzone	350–450 mm	3,8–9,7°C	–4,0 / –15°C	22–25°C

Im Waldgebiet (Kiew – Tula) gibt es keine Dürrezeit, wohl aber in den südlichen Steppen von etwa Mitte Juni bis Ende August. In der Waldsteppe herrscht zwar noch keine ausgeprägte Dürre, aber eine deutliche Trockenheit. Obwohl von Westen nach Osten durch die größere Winterkälte die Jahrestemperatur abnimmt, steigen mit zunehmender Kontinentalität die Sommertemperaturen, so daß sich die Vegetationszeit-Wärmesummen nicht wesentlich ändern. Hygrische Faktoren entscheiden über die Grenze von Wald und Steppe. Dem ausgeglichenen Verlauf der Klimagrenzen steht die unregelmäßige Ausbildung der Vegetationsgrenzen gegenüber, da Lokalklima, Relief, Bodentyp und besonders der lokale Wasserhaushalt die Grenze stark variieren. Der Wald stößt in der Waldsteppenzone auf Sandböden weit nach Süden vor, die Steppe dagegen auf feinkörnigen Lößböden weit nach Norden.

1. Stieleichen-Mischwald der südlichen Waldzone (Nemoreta)

Allgemeiner Aufbau: Obere Baumschicht: Quercus robur dominant mit Fraxinus excelsior, Acer platanoides, Ulmus scabra et laevis. Untere Baumschicht: Pyrus communis, Malus sylvestris, Acer campestre, Tilia cordata, Acer tataricum. Gut ausgebildete Strauchschicht: Corylus avellana, Euonymus verrucosa, Rhamnus cathartica, im Süden auch Prunus fruticosa, P. spinosa (Steppenzone). Krautschicht mit Bromus benekenii, Campanula latifolia, Stachys sylvatica, Crepis sibirica, Lilium martagon, Mercurialis perennis, Galium odoratum, Orobus vernus, Stellaria holostea und Carex pilosa, Viola odorata, V. hirta. Moosschicht fehlt. Ferner Lamiastrum galeobdolon, Carex sylvatica, sowie Frühlingsgeophyten: Anemone ranunculoides, Corydalis cava, C. marschalliana, Scilla sibirica, Dentaria bulbifera, D. quinquefolia. Gegen Osten fallen viele Arten sukzessiv aus.

Kleopov (41) hat die Laubwälder Osteuropas nach dem Arealtypenspektrum analysiert: 35% europäisch, 11% submediterran, 10% boreal, 7% südsibirisch, 7% subpontisch. Schattige Eichen-Hainbuchen-Linden-Mischwälder haben mehr europäische (50–60%), boreale (15–20%) und nur 10% südsibirische Elemente, während submediterrane (4%) und subpontische (1%) Arten unbedeutend sind. Bei lichten Eichenwäldern und Gebüschen der Waldsteppe treten europäische (45–50%) und boreale (5%) Elemente zurück, während Anteile südsibirischer (10–15%) und besonders submediterraner (10%) und subpontischer Elemente (10–15%) steigen.

a) Eichenmischwald der Laubwaldzone

Die Eichenmischwälder der Laubwaldzone kennzeichnen nordische Elemente, die in der Waldsteppe fehlen. Wälder auf Lößinseln östlich des Dnjeprs bilden die südliche Grenze der Laubwaldzone. Prähistorisch waren diese Standorte noch von Steppenvegetation bedeckt; Nagetiergänge (Krotowinen) im Bodenprofil. Die Wälder haben die Steppe heute völlig verdrängt, im Gegensatz zur Waldsteppenzone. Im Vergleich zur Waldsteppe sind zur vorherrschenden Eiche andere Baumarten reichlich beigemischt, speziell Birke. Eine feuchte (Aegopodium), an ebenen

Stellen frische (Orobus vernus) und eine farnreiche (Filices)-Ausbildung in Senken zeichnen sich ab.

Auf sauren podsolierten Sandböden der Bug-Flußterrassen kommt randlich der bodensaure Adlerfarn-Eichen- und Hainbuchenwald vor mit vielen nordischen Elementen wie in Kiefernwäldern.

b) Eichenmischwälder der Waldsteppe (Aceri tatarici-Quercetum roboris)

Im Waldsteppengebiet (Poltava-Charkov, Dnjepr-Donez) werden östlich der Carpinus-Arealgrenze schwach podsolierte, graue bis dunkelgraue Waldböden besiedelt. Zur dominierenden Quercus robur tritt Tilia cordata, die nicht so reichlich ist wie Carpinus weiter westlich. Strauchschicht neben Corylus vor allem Acer tataricum. Noch einzelne europäische Fagion-Arten: Galium odoratum, Orbus vernus, Mercurialis perennis, Pulmonaria obscura.

Der anthropogene Einfluß wirkt sich im Waldsteppengebiet besonders stark aus durch Beweidung, Verlichtung und Verunkrautung, häufige Waldbrände in Kiefernwäldern, einseitige Nutzung der Kiefer, Rodung der besseren Laubwaldstandorte, da Sandkiefernstandorte für Ackerland nicht geeignet sind.

In der typischen Carex pilosa-Stellaria holostea-Ausbildung der südlichen Waldsteppe charakterisieren Eiche und Esche die mittelwüchsige Baumschicht, ferner mitteleuropäische (Carpinus betulus, Corydalis cava) und submediterrane Relikte (Arum orientale, Scilla sibirica, Physospermum cornubiense), zum Teil circumeuxinisch-submediterrane Glazialrelikte. Die bodenfeuchte Aegopodium podagraria-Ausbildung kann im Norden der Waldsteppe noch ebene Standorte, im Süden nur Schatthänge und Schluchten bestocken. Ausbildung mit Dryopteris filix-mas, Athyrium filix-femina, Stachys sylvatica, Impatiens noli-tangere.

2. Stieleichen-Steppenwald (Pyro communis-Quercetum roboris)

Lichte, artenärmere, nur schwachgestufte Quercus robur-Schlußwaldgesellschaften besiedeln in der mittleren und östlichen Ukraine wenig podsolierte, meist degradierte Schwarzerden oder dunkelgraue Waldböden, sogar randlich Salz(Solod)-Böden. Der geringwüchsigen, schlechtförmigen Quercus robur sind nur noch Fraxinus excelsior, Ulmus minor, Pyrus communis, bei starker Podsolierung auch Acer campestre (Corylus) beigemischt. Üppige Strauchschicht: Acer tataricum, Euonymus verrucosa, E. europaea, Cornus sanguinea. Die an lichten Stellen dichte Krautschicht prägen Wald- und Wiesengräser: Melica picta, Stellaria holostea, Brachypodium pinnatum, Melampyrum nemorosum, Viola odorata, Betonica officinalis, Serratula tinctoria, Inula salicina. Auch südsibirische und Steppen-Elemente (Poltava): Tulipa quercetorum, Scilla sibirica, Dentaria quinquefolia, ferner Carex rhizina, Crepis sibirica.

a) Bergseggen-Gebüsch-Eichenwald (Pyro communis-Quercetum caricetosum montanae)

Die für die mittlere Ukraine (südlicher Teil der zerschluchteten Waldsteppe) typische Klimax-Gesellschaft, bis auf Relikte gerodet, bildet den Vorposten des in die Steppe hineinreichenden Waldes. Nach Kleopov haben Wälder in geschützten Flußtälern die Nacheiszeit überdauert, während Hochflächen von der Steppenvegetation eingenommen worden waren. Bei Stieleiche mit krummen, dicht mit Flechten bedeckten Stämmen sinkt mit zunehmendem Alter die Bonität. In der Baumschicht kommen reichlich Wildbirne und Wildapfel natürlich vor, die bei der Nutzung stehen bleiben, so daß Wildobst-Ersatzgesellschaften entstehen, ähnlich einem riesigen, verwahrlosten Obstgarten (Charkov). Dieser anthropogen bedingte Wildobstgürtel ist weithin für das Wald-Steppen-Grenzgebiet typisch (Kaukasus-Vorland, Anatolien).

Frischere Standorte kennzeichnen Carex montana, Orobus vernus, Primula officinalis, Chrysanthemum corymbosum, Pulmonaria mollissima, Potentilla alba. Häufiger auch Convallaria majalis, Digitalis ambigua, Astragalus glycyphyllos, Peucedanum oreoselinum. Rudimentäre Moosschicht

(Thuidium abietinum). An trockenen Standorten herrschen Melica picta und Stellaria holostea vor, daneben Carex pilosa, C. michelii, Vinca herbacea und Wiesensteppenelemente.

b) Veilchen-Ulmen-Eichenwald (Ulmo minoris-Quercetum violetosum odoratae)

Im Polesien-Vorland werden von der azonalen Dauergesellschaft vergleyte Löß-Schwarzerdeböden mit Karbonat-Verbrackung, vielfach die tiefsten, schluchtartigen Standorte besiedelt. Charakteristisch ist das Vorherrschen von Ulmus minor (auch U. laevis), in der Strauchschicht Sambucus nigra und in der Krautschicht. Chaerophyllum aromaticum. An feuchteren Stellen überwiegen Prunus padus und Urtica dioica; Übergang zum Steppenschluchtwald.

3. Dorngebüsch-Eichenwald (Pruno spinosi-Quercetum roboris lithospermetosum)

Schlehengebüsche, ähnlich wie bei mitteleuropäischen Waldpionierstadien auf Kalkhängen, kommen in der ukrainischen Waldsteppe auf degradierten Schwarzerden als südlichstes Waldvorkommen auf Plateaustandorten vor. Lockerstehende, gering- und krummwüchsige, stark flechtige Stieleichen bilden die aufgelöste Baumschicht, in deren Lücken ein dichtes dorniges Gebüsch aus Prunus spinosa, Crataegus monogyna, Rosa-Arten und Rhamnus cathartica, ferner Euonymus verrucosa, Acer tataricum, Prunus fruticosa. Krautschicht mit Steppenarten-Dominanz: Trifolium alpestre, Filipendula vulgaris, Adonis vernalis, Phlomis tuberosa, und an offenen Stellen auch Stipa-Arten. Bei Charkov charakterisieren das Gebüsch am Steppenwaldrand vor allem Caragana frutescens, zusammen mit Spiraea-Arten, Steppenmandel (Amygdalus nana) und Pfingstrose (Paeonia tenuifolia). Sie bilden die Pioniere, unter deren Schutz größere Sträucher und Bäume aufkommen.

Im **Südbessarabien** umsäumen vielfach gemähte Dornbusch-Mischwälder die Waldsteppe auf den Erhebungen. Quercus petraea, robur et pubescens treten zusammen mit Cotinus coggygria auf. Dieser lichte Dornbusch-Eichenwald geht mit zunehmender Trockenheit in Steppenvegetation oder an Kalkhängen in den Steppenschluchtwald über. An feuchteren Standorten verschwinden zunächst die Dornbüsche und es entsteht ein Eichenwald mit Tatarischem Ahorn im Unterwuchs. Östlich des Inguls mehr westliche Elemente: Sorbus torminalis, Staphylea pinnata, Rosa gallica, Vitis sylvestris und unter den Kräutern Carex brevicollis, Ornithogalum umbellatum, Muscari neglectum, Asparagus tenuifolius, Iris graminea, Mercurialis ovata.

4. Steppenschluchtwald (Bajraki-Wald, Ulmo minoris-Quercetum typicum)

Wenn die Waldsteppe endet, können in der Ukraine Wälder auf Plateaustandorten nicht mehr gedeihen. Fragmentarisch reichen galeriewaldartige Dauergesellschaften noch weit in das typische Steppengebiet hinein in tiefen Schluchten und auf feuchten Flußtal-Unterhängen. Diese Bajraki bilden einen extrazonalen Waldgesellschaftskomplex. In Schluchtwäldern mit submediterranen Elementen können Quercus pubescens oder robur vorherrschen.

a) Westlicher und nördlicher Steppenschluchtwald (Paczoski nach Walter 74)

Im Steppenschluchtwald westlich des Dnjeprs kommen in den unteren Schluchthängen noch typische Eichen-Hainbuchenwälder vor, während an den trockenen Hängen thermophile Eichenwälder (Lithospermo-Quercetum) stocken. An die Schlucht sind gebunden: Quercus, Fraxinus, Tilia, aber auch Carpinus. Strauchschicht mit Acer campestre, A. tataricum, Rhamnus cathartica. Krautschicht wie in Laubwäldern: Scilla sibirica, Corydalis solida, Stellaria holostea, Tulipa sylvestris. Im Waldrandgebüsch wachsen: Prunus spinosa, P. fruticosa, Amygdalus nana, Adonis vernalis, Muscari racemosum, Hesperis tristis. Seltenere Arten: Aster amellus, Veratrum nigrum, Galatella punctata.

b) Östliche Steppenschluchtwälder ohne Hainbuche

Im Gebiet Dnjepr–Donez werden die Plateaustandorte von krautreichen Stipa-Steppen eingenommen; südlich der Waldsteppenzone typische krautarme Federgras-Steppen und Halbwüstenzone mit Artemisia.

Plateaurand-Gebüsch im Übergang zum Schluchtwald Prunus fruticosa (spinosa) und Caragana frutescens mit Stipa lessingiana, Melica altissima, Delphinium elatum, Melampyrum cristatum, Asperula glauca;

Oberhang mit niedrigen Eichenbeständen: Ulmus suberosa, Acer tataricum, Euonymus verrucosa; Krautschicht mit Convallaria majalis, Dictamnus albus, Silene chlorantha, Hesperis matronalis;

Nordseitiger mittelwüchsiger Mittelhang: Quercus robur, Fraxinus excelsior; Acer campestre-Bestand mit Euonymus europaea, Viola odorata, Aristolochia clematitis. Milium effusum, Polygonatum multiflorum;

Wüchsiger Unterhang-Laubmischwald mit Acer platanoides, Ulmus laevis, U. minor, Pyrus communis, Corylus avellana, Aegopodium podagraria, Stellaria holostea, Campanula trachelium;

Schluchtgrund: Populus tremula, Lysimachia nummularia, Humulus lupulus, Ballota nigra, Mentha arvensis.

Am Südhang bedeckt der Wald nur noch das untere Drittel. Eichen-Eschenbestände reichen in den Schluchten am weitesten hinauf (Stellaria holostea). Die meist degradierten Steppenschluchtwälder, vielfach nur Eichen-Stockausschlag – Niederwälder, sind bei Flächennutzung im Bestand gefährdet.

c) Südlichster Steppen-Schluchtwald

An der südlichsten Grenze ist es schon so trocken, daß Laubmischwälder ganz fehlen und nur noch der Dorngebüsch-Eichenwald auftritt. Das Pruno spinosi-Quercetum ist am besten im Westen, in der Moldau-Republik, ausgebildet an Schlucht-Nordhängen, während südseitig das Flaumeichengebüsch mit submediterranen Elementen vorkommt (Cornus mas, Cotinus coggygria, Tilia tomentosa, Prunus mahaleb, Staphylea pinnata).

5. Haine und Gebüsche der abflußlosen Depressionen (Abb. 71)

a) Populus tremula-Quercus robur-Haine (Populo tremulae-Quercetum roboris)

Das Tremulo-Quercetum besiedelt zwischen Polesien und der Waldsteppe leicht verbrackte, abflußlose Böden, wo in feuchten Niederungen Entsalzung eintritt. Populus tremula gedeiht besonders gut, auch noch Quercus robur, Betula pendula, während Alnus glutinosa, Ulmus campestris und Acer campestre zurücktreten; typische Eichenwald-Begleitflora. Entstehungsgeschichtlich bezeichnend sind Randgebüsche mit Salix cinerea und Bastarde S. aurita x caprea, auch Viburnum opulus; Bodenvegetation mit Bruchwaldcharakter: Humulus lupulus, Polygonum dumetorum, Cucubalus baccifer, Epilobium palustre, Calystegia sepium. Bei weiterer Entwickung gehen diese Aspen-Eichenwälder in Eichenwälder über.

b) Prunus spinosa-Gebüsch (Schlehen-Pfannen, Prunetum spinosae)

Prunus spinosa stellt den letzten Ausläufer der Bajraki-Wälder in der Steppe dar. Schon in der krautreichen Federgrassteppe (Donez-Dnjepr) besiedelt die Schlehe »podartige« Depressionen der Plateaustandorte. In der nördlichen Waldsteppenzone bildet das Schlehengebüsch die Waldränder. Abflußlose, nachhaltig frische, seichte Mulden werden durch das Schlehengebüsch meist vollkommen ausgefüllt: Rosa gallica, Spiraea crenifolia, Prunus fruticosa, Amygdalus nana, Caragana frutex. Krautschicht mit Poa bulbosa, Carex schreberi, C. nutans, Vinca herbacea, Orobus albus.



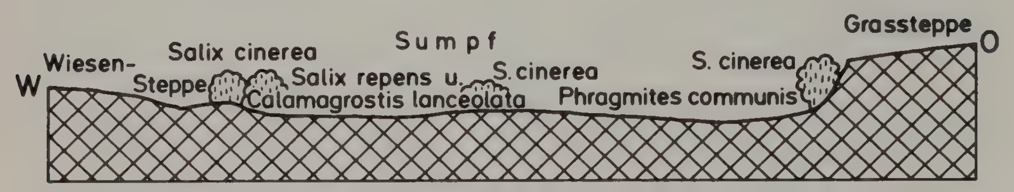


Abb. 71: Aspenhaine in der Steppe des Woronesh-Gebietes (nach POPOV aus WALTER 74). Oben: Aspen-Haine in 0,4–1 m tiefen Senken von Solonetzböden umgeben. Unten: In tieferer Senke Sumpfvegetation und Salix-Gebüsch.

Ostwärts des Dnjeprs tritt Prunus spinosa zurück und das Gebüsch wird vorwiegend durch Caragana frutex, Amygdalus nana oder Prunus fruticosa gebildet. Unter dem Schlehengebüsch mit winterlicher Schneeanreicherung werden Auswaschung und Wasserhaushalt gefördert. Zwischen den Schlehen können sich Wildapfel und Wildbirnen, auch Feldulme (Ulmus suberosa) und selbst Eiche einfinden. So sind wohl Schlehengebüsche die Pionierstadien bei der postglazialen Bewaldung der Waldsteppe gewesen.

c) Birken-Haine und Birken-Eichen-Haine im Sandgebiet (Dnjepr)

Kleine Mulden bei Sandterrassen großer Flüsse werden von einem Kranz von Bäumen umrandet. Flache Mulden mit süßem Grundwasser können voll bestockt sein. Näher am Flußlauf und nördlicher überwiegen Eichenhaine, südlicher Eichen-Birken-Haine und im Zentrum der Sandgebiete Birkenhaine. Der endemischen Flaumbirken-Varietät (Betula pubescens var. glabra) sind häufig Populus tremula und P. cinerea (canescens, alba x tremula) beigemischt.

Birkenhaine im Dünengebiet (Betuletum pubescentis)

Birken werden in Mulden häufig bis zum Gipfel zugesandet und scheinen dann auf der Dünen-Kuppe zu stehen. Strauchschicht: Crataegus monogyna, Rhamnus catharica. Krautschicht-Dominanz mit Calamagrostis epigeios, Conodon dactylon (Beweidung). Bei höherem Grundwasserstand siedeln Phragmites communis, Scirpus lacustris. Podsolierte Böden, wie bei den Laubhainen, finden sich auch im heute unbewaldeten Areal. Dies weist auf eine früher weitere Verbreitung hin. Von den früher wahrscheinlich im Sandgebiet vorkommenden Kiefernbeständen sind nur noch die «3 Schwestern» im Burkuti-Sandgebiet unweit der Schwarzmeer-Küste übriggeblieben.

d) Aspenhaine (Kolki) auf Solodböden (Populetum tremulae)

Bei Niederschlägen geringer als die potentielle Verdunstung kommt es zur Sodaverbrackung. Auf Solodböden mit oberflächlich ausgelaugtem Horizont siedelt die flachwurzelnde Populus tremula. Kleine Wannen bestockt der Aspenhain völlig, in größeren Senken (0,4–1,0 m tief) umgeben kranzförmige Aspenhaine die zentrale Wiesenvegetation mit Weidengebüsch, aber auch Salzvegetation (Solod-Gleyböden). Auf den solonzierten Böden wachsen Artemisia maritima, Statice gmelinii, Peucedanum latifolium.

e) Weiden-Pioniergebüsch

Bei ausgewaschenem Oberboden siedelt zumeist ein Weidengebüsch (Salix cinerea, S. pentandra, S. repens), das zeitweise Frühjahrsüberschwemmung verträgt und nachhaltige Bodenfrische verlangt. Dauernd nasse Stellen werden vom Großseggen-Bültenmoor eingenommen (Carex stricta, C. gracilis). Das Weidengebüsch bildet den Übergang zu den einförmigen Aspenhainen (Populus tremula) mit Frangula alnus, Rosa cinnamomea. Dichte Krautschicht mit Poa palustris, Bromus inermis, Carices und üppigen Kräutern wie Adenophora liliifolia, Cnidium venosum, Inula britannica, Leonurus marrubiastrum. Das Nebeneinander von Moorvegetation, Weidengebüsch und Aspenhain kann eine Sukzession, aber auch eine ökologische Reihe verkörpern. Weiter im Norden sind Aspenhaine vielfach Laubwaldersatzgesellschaften. Noch weiter im kontinentaleren Osten bildet Aspe mit Birke eine Übergangszone von der Steppe zum borealen Nadelwald.

E. Waldbauliche Beurteilung

1. Standort und Waldvegetation

In diesem Tieflagengebiet mit geringen Reliefunterschieden entscheiden geringe Änderungen in der Bodenart (Sand-Lehm), im Nährstoffgehalt und im Wasserhaushalt über den Aufbau von Waldgesellschaften. Deshalb bilden Eiche, Kiefer und Laubbäume ungemein differenzierte Waldgesellschaften mit vielen Untereinheiten, die bei fließenden Übergängen soziologisch zusammengehören und oft weiter verbreitet sind. Der kleinräumige Wechsel der Baumarten mit Dominanzunterschieden geht auch auf Sukzessionsvorgänge, Altersphasen und anthropogene Ursachen zurück.

2. Bewaldung

In Polen ist noch etwa 60% der Vegetation naturnah, 25% halbnatürlich und 15% synanthrop (Kunstforste). Der anthropogene Einfluß nimmt von den Tief- zu den Hochlagen deutlich ab (Matuszkiewicz 80). Das Bewaldungsprozent ist hoch in den baltischen Staaten und Weißrußland (33–38%) und geht in Litauen und Polen schwach zurück (25–27%); in der Nord-Ukraine (einschließlich Gesträuch) noch 16%, im Süden 5–8%. Bei Annäherung an das Waldsteppengebiet nimmt das Waldareal sehr rasch ab.

Baumartenverbreitung: In den baltischen Staaten dominiert Kiefer (42–48%), gefolgt von Birke (18–28%) und Fichte (17–20%). Gegen Süden nimmt Fichte ab und Kiefer dominiert noch ausgeprägter; z.B. Polen 73% Kiefer, 10% Fichte, 8% Birke, 5% Eiche. Erst im Süden dominiert Eiche, z.B. Moldau-Republik 63%.

3. Baumarten-Standortsrassen

Der (sub)-kontinentale Osten und Nordosten Europas sind an Baumarten verarmt (Tanne, Buche, nur teilweise Traubeneiche). In diesem Laub-Nadel-Mischwaldgebiet haben Fichte-Kiefer, Fichte-Eiche, Erle-Eiche flächig ein ausgeglichenes Wuchsverhalten, so daß sich natürliche Dauermischungen erhalten, vor allem in den Lehmrevieren des baltischen Höhenrückens. Ursachen des ausgeglichenen Konkurrenzgewichtes sind Ökotypen, speziell bei Lichtbaumarten, die ein relativ großes Schattenerträgnis besitzen und deshalb sich auch im Halbschatten verjüngen können, so daß plenterartige, vielfach dauernd gestufte Bestände auftreten, sog. Urwälder. Die Erhaltung dieser Rassen ist vordringlich.

Kiefer (ostpreußische Taberbrücken-Kiefer, baltische Riga-Kiefer). Schlank und schwachastig mit kegelförmiger Krone. Starkholzproduktion durch ausgezeichnete Wuchsleistungen möglich (bis 40 m Höhe, bis 100 cm Ø, vgl. Białowieś).

Schwarzerle erreicht ein Alter von 100–120 Jahren, astrein, geradschaftig, nutzholztauglich, starke Dimensionen (vgl. Piceo-Alnetum des Alpenvorlandes).

Sandbirke (auch Weißerle, Aspe), relativ hohes Nutzungsalter (80–120/150 Jahre), geradschaftig, stärkere Dimensionen, Nutzholz. Aspe und Birke liefern Schälholz.

Hainbuche wird geradschaftig und ein Baum erster Größe (25–30 m), kaum spannrückig. Im Einwanderungszentrum hat sich eine gutgeformte Standortsrasse erhalten.

Leistungsfähigkeit

Große Unterschiede bestehen hinsichtlich der Wuchsleistung. Die Kiefern-Dünenstandorte mit Bodenschutzfunktion sind Grenzertragsstandorte, ebenso wie viele Hochmoor- und Bruchmoorstandorte. In den Lehmrevieren der baltischen Jungmoräne und im Nordosten überwiegen leistungsfähige Standorte, wo ausgezeichnete Wuchsleistungen auch von Laubbäumen erreicht werden (30–40/45, Fichte sogar bis 55 m), auch vorzügliche Qualität. Die Standortsvielfalt ist wesentlich größer als im Norden.

4. Waldbauliche Situation

Durch die ausgeglichene Wuchsrelation vieler Bestandestypen wird die Bestandespflege erleichtert. Da jüngere Bestände (60%) dominieren, ist der Pflegeaufwand überdurchschnittlich groß. Die vorherrschenden diluvialen Sand- und Lehmböden begünstigen die Naturverjüngung fast aller Baumarten. In Mitteleuropa ausgeprägte Lichtbaumarten sind schattenfester, so daß auch in mehrschichtigen bis plenterartigen Beständen Mischverjüngung gut ankommt.

Anthropogen erfolgte eine wesentliche Erhöhung des Kiefern- und Fichten-Anteils. Selbst an den natürlichen Arealgrenzen der Nadelbäume sind Großkatastrophen möglich. Durch Pflege der Laub-Mischbaumarten kann eine ökologische Stabilisierung erreicht werden; Beispiel Nonnenfraß in Ostpreußen 1850/55, wo Zehntausende von ha kahlgefressen wurden; 1979 Nonnenbekämpfung im Nordwesten auf 180000 ha.

Die Hauptbaumart Kiefer (Polen 75%) hat nur eine mittlere Leistung (4,7 fm Zuwachs), so daß durch gezielte Düngung versucht wird, die Leistung zu steigern (6,7 fm). Die basenarmen Kiefernstandorte Zentralpolens sind für Düngungsmaßnahmen prädestiniert; ca. 200000 ha.

In Polen sind derzeit 300000 ha (in Zukunft wohl 500000 ha) von starken Industrie-Immissionsschäden betroffen (Abb. 72); (Industrie-Gebiet in Oberschlesien und bei Krakau). Beim Umbau der Fichten- und Kiefernbestände in roteichenreiche Mischbestände spielt die kombinierte Kalk-Kalium-Stickstoffdüngung eine wesentliche Rolle (Baule 80).

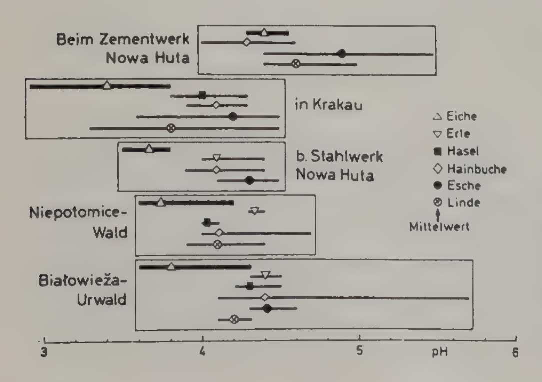


Abb. 72: Verschiebungen des natürlichen Säuregrades von Borken derselben Baumarten durch saure Immissionen (in besiedelter Landschaft, aus einem Stahlwerk sowie in der Stadt Krakau) und durch Kalkstaub (in der Nähe eines Zementwerkes) in Polen. Nach Grodzinska (70) aus Ellenberg (78).

Flächig sind im nördlichen Teil Sumpf- und Moorflächen vor allem auf den flachen Wasserscheiden verbreitet, so daß der Moorwaldentwässerung zur Steigerung der Holzproduktion eine große Bedeutung zukommt.

Zum Abbau des Holzdefizits wird der Flurholzanbau intensiviert, Brachland und landwirtschaftliche Grenzertragsböden werden aufgeforstet (Marszalek 78).

In den Erholungsgebieten (Masuren, Tatra) wird durch Pflege und Ausstattung der Wald diesen Funktionen angepaßt.

5. Steppenwaldbau

Der Steppenwaldbau auf der Pioniertätigkeit deutscher Forstleute basierend, wurde von Wyssotzky und Dokutschajew auf wissenschaftliche Grundlagen gestellt (Nesterow 53). Ziel der Aufforstung: Abbremsung des Windes, Erhaltung der Schneedecke, Erhöhung der Luftfeuchtigkeit, Herabsetzung der Verdunstung, Verhinderung der Bodenverwehung, Verkleinerung des Dürregebietes. Erhöhung des Getreideertrages in Dürrejahren um ein Mehrfaches (vgl. Mayer 80), im Durchschnitt um 10–20%. Von 1914–1941 wurden in der Ukraine 500000 ha aufgeforstet in Form von 10–15 m breiten feldschützenden Waldstreifen bei einem Abstand von 300 (400) m; Windschutzstreifen-Netz (Gagarin 49). In der Waldsteppe haben sich in der Oberschicht bewährt: Populus alba und Betula pendula (Schwarzerde), Quercus robur var. tardiflora, Acer platanoides, Acer negundo, Ulmus minor, Acer campestre. Nebenbestand mit Acer tataricum, Caragana frutescens, Malus, Pyrus, Crataegus, Morus, Ölweide. Die Resistenz der steppennahen Naturwälder gegen antropogenen Einfluß ist gering. Der Wald wurde auf den fruchtbaren «Grauen Waldböden» und degradierten Schwarzerden (Weizen, Mais, Sonnenblumen) durch die Kultursteppe am weitesten zurückgedrängt. Intensive Landwirtschaft mit nachhaltigen Erträgen ist aber nur unter Wald- und Windschutz in der Ukraine möglich.

F. Nationalparks und Naturwaldreservate (Abb. 73, Iucn 71)

1. Polen (Szafer 29, Fabijanowski 57)

Ojców (1440 ha). Krakauer Jura, Nordhänge mit Buchen- und Buchen-Tannenwald, auf Bergrücken Eichen-Kiefernwald, südseitig thermophile Rasengesellschaften; Endemit Betula oycóviensis.

Świętokrzyski (6079 ha). Łysa Góra (611 m), Tallagen mit Linden-Kiefern-Fichten-Tannenwald, Berghänge mit Buchen-Tannenwald, Gipfellagen Tannenwald (derzeit starkes Tannensterben), Quarzit-Blockhalden mit Ebereschen-Pioniervegetation. Reservat der polnischen Lärche (Larix polonica) auf dem Chełmowa-Berg (Świnia Góra, Abb. 63, 66).

Wielkopolski bei Posen (5244 ha). Reste natürlicher Moränen-Wälder: Eichen-Hainbuchenwald, thermophiler Eichenwald, zahlreiche Seen im Warthe-Urstromtal, Übergangsmoore. Fauna: Rotwild, Kormoran, schwarzer Storch.

Kampinos (34681 ha). Terrassen des Weichsel-Urstromtales bei Warschau; Erlenbruchwald, Binnen-Wanderdünen-Kiefernwald; Elch-Refugium (Abb. 63).

Białowieża (5069 ha, insgesamt 12500 ha). Urwald im weiteren Sinne. Seit 1921 Schutzgebiet. Ausgedehnter Wald-Komplex mit Linden-Eichen-Hainbuchenwald, Fichtenwald, Fichten-Kiefernwald, Kiefernwald, Erlen-Eschenwald, Schwarzerlenwald. 200–400jährige Bäume von ausgezeichneter Wuchsleistung: Kiefer, Eiche, Linde, Esche bis 40/42 m, Fichte bis 55 m. Seit 1952 Wiedereinbürgerung des europäischen Wisents (234 Stück), Elch, Rotwild, Schwarzwild, Luchs, Biber (Abb. 64).

Roztocze (6803 ha). Hügelland mit Dünen-Kiefernwald, Tannen-Kiefernwald, (Fichten-)Tannenwald, Tannen-Buchenwald, Buchenwald (Abb. 62).

Nationalparks in Osteuropa



Abb. 73: Nationalparks und Waldreservate in Polen und Rußland.

2. Rußland

Kandalakshsa/Lappland (Murmansk) 22000 ha, 0–1000 m, küstennahe Taigawälder mit Kiefer, Fichte, Birke; Kola-Halbinsel mit Cladonia-Kiefernwäldern und Fjell-Tundra.

Kivach (Karelien) 10315 ha, 500–600 m, mittlere Taiga mit Kiefern-Fichten-Wäldern, Ulme, Linde, Erle.

Pechora/Ilych (Komi) 721322 ha, 250–1200 m, Bergwälder des Nordurals mit Waldkiefer, sibirischer Zirbe, Legföhre, Waldtundra; Elch, Bär.

Darvin (Kalinin) 112600 ha, 450 m, Tiefland im Rybinski-Stausee-Gebiet, Kiefern-Birkenwald, Sphagnum-Moore, reiche Vogelwelt.

Oka (Ryazan) 229000 ha, 200–300 m, Kiefern-Eichen-Birken-Mischwald; Wisent-Vorkommen.

Slitere (Litauen) 7848 ha, Meeresniveau, sandige baltische Küste mit Kiefern-Birkenwald und atlantischen Relikten (Taxus, Hedera).

Grini 600 ha, 0–10 m, baltischer Küstenwald mit Kiefer, Fichte, Eiche, Birke; einziger Erica tetralix-Heidestandort.

Moritsala 835 ha, Meeresniveau, Insel. Laubmischwälder (Eiche, Esche, Birke, Winterlinde) mit Nadelbäumen.

Zhuvintas 5421 ha, Seeuferbestockungen mit Laub- und Nadelbäumen, reiche Vogelwelt.

Berezina (Weißrußland) 76500 ha, 300 m, Kiefern-Fichten-Birken-Wälder, Moorgebiete.

Belovezsha Pushcha 74200 ha, 150–205 m, Bug-Pripet-Wasserscheide mit Mischwäldern Kiefern, Fichte, Eiche, Hainbuche, Schwarzerle; russischer Teil des Białowieśer Urwaldes.

Tsentralno-Czernozyomny (Kursk) 4200 ha, 300 m, Eichen-Steppenwaldgebiet und Kräutersteppe; alpine Relikte, Murmeltier.

Volga-Kama (Tataren-Republik) 7538 ha, 200–400 m, Laub-Nadelmischwald mit Kiefer, Linde, Eiche; Elch.

Ilmen (Tscheljabinsk) 32100 ha, 500–1000 m; Ural-Westabfall mit Kiefernlaubmischwald, reichlich sibirische Lärche, Birke. Elch, Luchs.

Bashkiri (Ural) 72049 ha, 500–800 m; südliche Urallandschaft mit Kiefern-Bergwald, Birken-Lärchenwald, sibirische Birkenwaldsteppe (Kolki).

Voronesh 30800 ha, 150 m, Kiefern-Eichen-Aspen-Mischwald an Flußufern; Biber.

Tschernomura (Schwarzes Meer) 9695 ha, 0–10 m, Steppenzone mit Salzwasservegetation und Auwaldresten (Eiche, Birke, Weide, Erle).

Askania Nova (Ukraine) 10500 ha, 0–8 m, aride Natursteppe mit Stipa (lessingiana, ucrainica, capillata) ohne Baumwuchs, reiche Steppenfauna.

Mitteleuropäische Eichen-Buchen-waldregion

A. Einführung

1. Abgrenzung des Gebietes (Abb. 13)

Bundesrepublik Deutschland ohne küstennahen Nordwestteil, Dänemark ohne Westjütland. Im Norden (Südnorwegen und Südschweden) und im Osten (Polen) verläuft die Grenze entlang des geschlossenen Buchenwaldareals. Böhmen und Mähren bis zur Mährischen Pforte (Gesenke) und zum March-Fluß. Alpen-Nordgrenze bis zum Genfer See. Westgrenze: Schweizer Jura, Vogesen, Eifel – Hohes Venn – Münsterländer Bucht.

2. Standörtlicher Überblick

a) Morphologie

Durch das vielfältige Relief besteht nur im nördlichen, glazial beeinflußten Flachland ein kontinuierlicher klimatischer Übergang. Ausgedehnte Mittelgebirge, abgeschlossene Hochebenen (Schwäbisch-Bayerisches Alpenvorland), Beckenlagen (Böhmen-Mähren) oder Tiefebenen (Oberrhein) variieren Klima und Vegetation stark.

b) Geologie-Boden

Wohl kaum anderswo treten geologische Schichten aller Erdzeitalter so kleinflächig verzahnt auf wie in Mitteleuropa. Schon das geologische Mikromosaik verursacht im südwestlichen Hügel- und Mittelgebirgsland einen kleinräumigen, vielseitigen Waldgesellschaftskomplex. Ohne eine gründliche Standortserkundung ist keine ausreichende waldvegetationskundliche Beurteilung möglich.

c) Klima (Abb. 74)

Die Klimadiagramme von submontanen bis kollinen Buchen-Eichenwaldstandorten aus dem subatlantisch beeinflußten Westen, Zentraleuropa und dem subkontinentalen Osten belegen gegen Osten kältere Winter, wärmere Sommer, eine größere Temperaturamplitude und damit zunehmende Kontinentalität.

Im Mittelgebirge herrscht ein differenziertes Höhenklima (Abb. 75).

	Temperatur°C Jahr	Jänner	Juli	Niederschlag mm
Subalpiner Bu-Wald	2–4	–4/–6	10–12	1200–1900
Montaner Ta-Bu-Wald	5–6	–2/–4	13–15	1000–1600
Tiefmontaner Bu-Wald	5–7	–2/–3	14–16	900–1400
Submontaner Buchen-Eichenwald	7–8,5	–1/–2	17–18	600– 750
Planar-kolliner Eichen-Hainbuchenwald (ohne Bu)	8–10	+1/–1	18–20	480– 550

Das Bergwaldklima zeigt eine beachtliche thermische und hygrische Amplitude, wobei der höhenbedingte Gradient von einem West-Ost-Gefälle überlagert wird. Da gegen Osten bei zunehmender Kontinentalität die Vegetationszeitwärme zunimmt, sind höhengleiche Stationen wärmer, so daß im Osten nicht nur die Buche von Fichte an der Waldgrenze abgelöst wird, sondern auch die Bergwaldstufe höher rückt. Von Norden nach Süden verlagern sich noch ausgeprägter die Höhenstufen nach oben durch Anwachsen der Temperatursumme (HARTMANN-SCHNELLE 70).

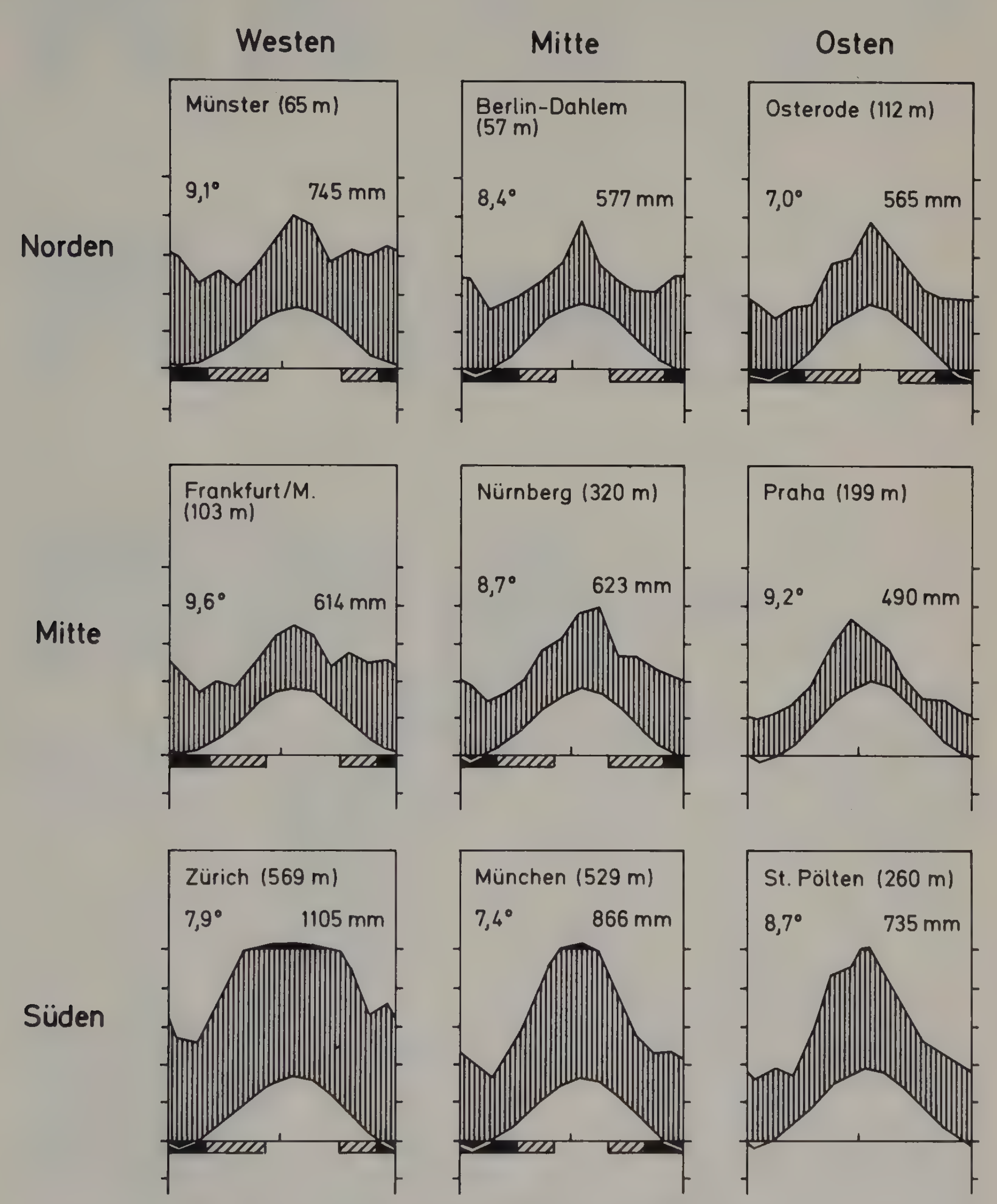


Abb. 74: Klimadiagramme aus dem planar-kollinen mitteleuropäischen Laubwaldgebiet. Von Norden nach Süden nehmen mit Annäherung an die Alpen die Niederschläge zu. Von Westen nach Osten wird die Klimatönung kontinentaler: ausgeprägteres sommerliches Niederschlagsmaximum, größere Temperaturamplitude, kältere Winter.

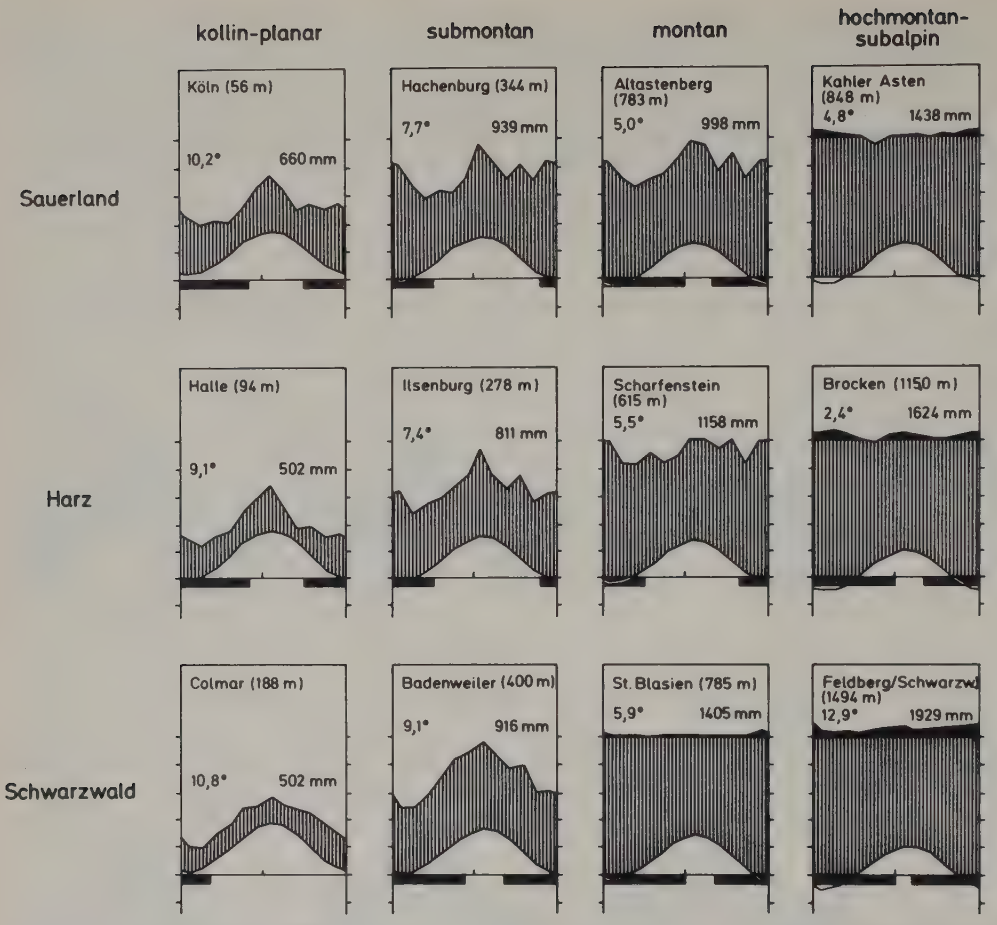


Abb. 75: Mitteleuropäisches Höhenstufenklima. Schwarzwald: Groß ist der Klima- und Vegetationsunterschied zwischen den Eichentrockenwäldern der Oberrheinischen Tiefebene und der niederschlagsreichen, montanen Stufe mit nahezu ausgeglichener Niederschlagsverteilung. Der Südwesten ist relativ wintermild. Im Harz ist der Vegetationsgegensatz zwischen dem eichenreichen mitteldeutschen Trockengebiet und der Fichtenwaldstufe auf dem Brocken noch ausgeprägter, das Klima ist kontinentaler und niederschlagsärmer. Subatlantischen Charakter besitzt das Sauerland.

Dies wurde auch phänologisch (Fichtenaustrieb) bestätigt; Phänologie der Buche, Lausi-Pignatti 73).

Vegetationszeitklima (Hartmann-Schnelle 70)

Die Temperatursummenwerte (über 8°C) berücksichtigen die Temperaturhöhe und die Länge der Vegetationszeit.

Höhenlage	270 m	500 m	800 m
Harz	2330	1920	1420° C
Rhön	2460	2060	1660° C
Thüringer Wald	2520	2080	1730° C
Erzgebirge	2590	2090	1610° C
Schwarzwald	2830	2425	1990° C

Rhön und Thüringer Wald sind in allen Höhenlagen deutlich kühler und wesentlich trockener als der Schwarzwald. Die subkontinentale Klimatönung der Schwarzwald-Ostseite im Vergleich zur subozeanischen Luv-Seite im Westen ist klimatologisch nachweisbar. Der nördliche Harz war eindeutig das kälteste Gebirge, der Schwarzwald am wärmsten. Im Vergleich zum Harz haben im Schwarzwald 300–400 m höhere Standorte ein vergleichbares Standortsklima.

In Mitteleuropa herrscht weithin ein **Buchenwaldklima.** Von den kollin-submontanen Tieflagen bis zur subalpinen Stufe (Belchen, Vogesen) dominiert Buche. Das Areal begrenzt ein Jahresniederschlag unter 550–600 mm wie in der Oberrhein-Ebene, Innerböhmen und im mitteldeutschen Trockengebiet. Im subalpinen Bergwald der kontinentaleren Sudeten ist Fichte konkurrenzkräftiger. An der Areal-Ostgrenze ist in den Masuren mit Januartemperaturen von –3 bis –5°C der Winter überdurchschnittlich kalt (600–700 mm N). Insgesamt herrschen für viele Baumarten günstige, da ausgeglichenere klimatische Bedingungen.

3. Waldgeschichte (Abb. 76, Firbas 49)

Hochglazial: Mitteleuropa war eine baumfreie Kältesteppe.

Späteiszeit: Zunächst waldlos bis waldarm (Salix), langsame Ausbreitung von Pinus und Betula. Im subarktischen Interstadial (Alleröd) zunehmende Walddichte und Bewaldung der Gebirge (Betula, Pinus), Klimarückschlag in der jüngeren Tundrenzeit mit Waldauflockerung und Entwaldung im Mittelgebirge.

Nacheiszeit: Präboreal: Pinus-Dominanz mit Betula, regelmäßiges Auftreten von Corylus, Quercus, Ulmus.

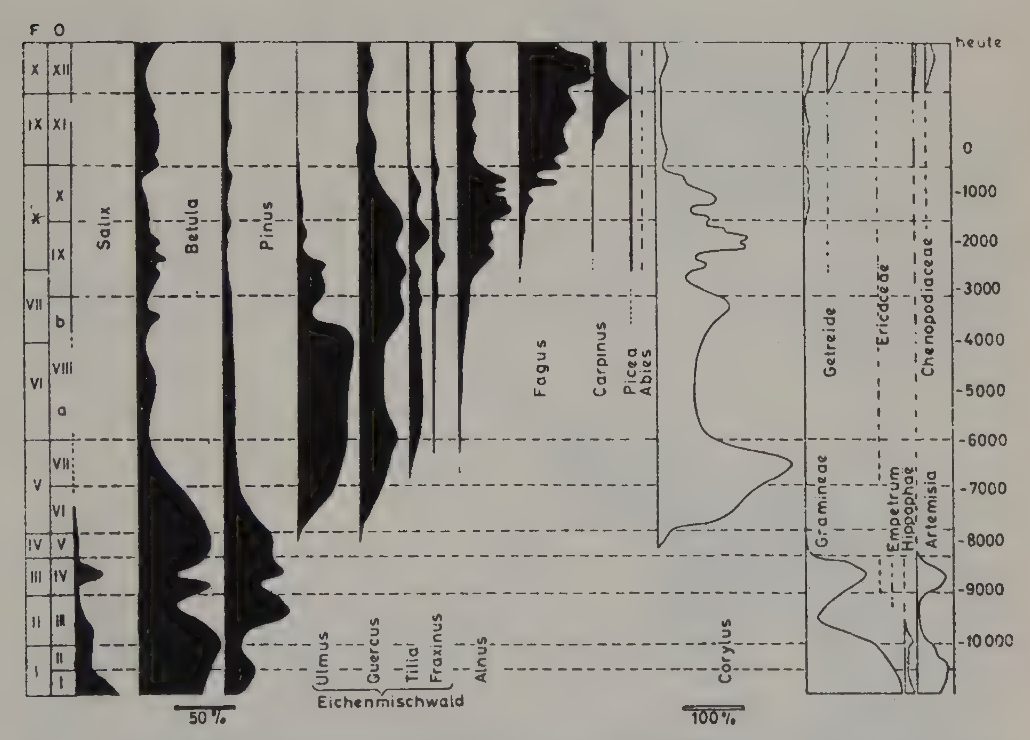


Abb. 76: Spätquartäres Pollendiagramm aus dem norddeutschen Eichen-Buchenwald-Gebiet (Luttersee, 160 m. ü. M., östlich Göttingen). Von den Nichtbaumpollen wurden die wichtigsten Typen ausgewählt. Schwarz: Baumpollen, weiß: Nichtbaumpollen (aus Walter-Straka 70).

Boreal: Haselzeit mit Kiefern-Dominanz und später Ausbreitung des EMW (Quercus, Ulmus, Tilia), auch Alnus.

Atlantikum: Eichenmischwald vorherrschend, Rückgang von Pinus im Südosten, auch Picea, im jüngeren Teil Auftreten von Fagus und Abies im Südwesten.

Subboreal: Allmählicher Rückgang von EMW und Corylus, Ausbreitung von Fagus, Carpinus, Abies, im Nordosten auch von Fichte; erste Kulturzeiger.

Älteres Subatlantikum: Stärkeres Hervortreten von Fagus, Abies und Carpinus (Picea und Alnus im Nordosten), nur geringe Änderung der Waldzusammensetzung durch den Menschen.

Jüngeres Subatlantikum: Bewaldungsrückgang und Zunahme der Kulturpollen (Getreide). Zunächst Zunahme lichtliebender Laubbaumarten wie Corylus, Betula, Alnus, auch Quercus, dann stärkere Ausbreitung von Pinus und Picea.

Die Lebensbedingungen während der Eiszeit waren selbst auf den mediterranen Halbinseln so wuchsungünstig, daß dort keine der in Mitteleuropa vorkommenden Waldgesellschaften hätte überdauern können (Beug 67, Sercelj 70, Frenzel 77). Die heutigen Waldgesellschaften sind also verhältnismäßig jung. Landschaftsprägende Buchenwälder gibt es erst seit 3000–4000 Jahren, das sind 30–60 Baumgenerationen.

4. Anthropogener Einfluß (Hausrath 07, Hilf 40, Abb. 77)

Mitteleuropa wäre ein von Natur aus ausgedehntes, teilweise eintöniges Waldland (95%). Nur Dünen, Marschen, Moore, Felsabbrüche und wenige Hochlagenstandorte waren einst waldfrei.

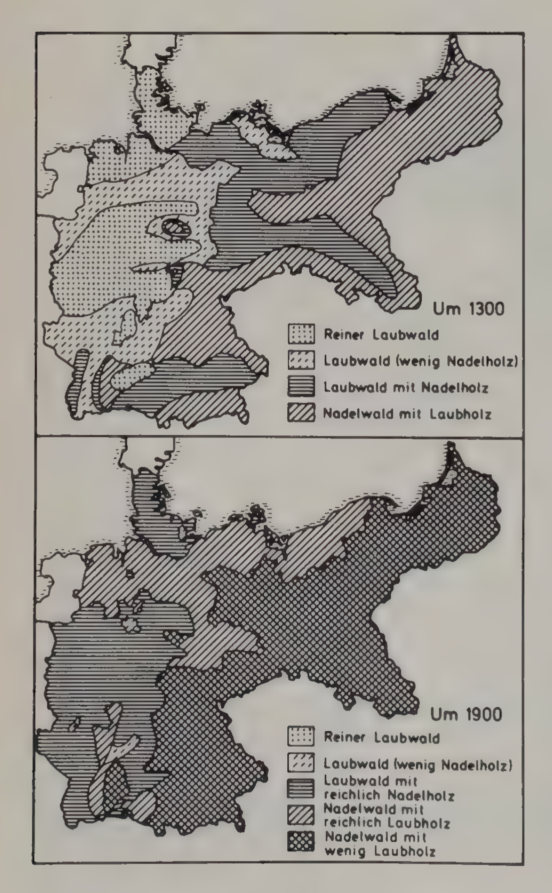


Abb. 77: Baumartenwechsel im deutschen Wald (Hausrath 07). Zu Beginn des starken anthropogenen Einflusses um 1300 dominieren Laubwälder. Nur im Osten und in den Gebirgen herrschen Nadelbäume. Um 1900 gibt es keine reinen Laubwaldgebiete mehr. Auch im Westen prägen Nadelbäume den Nadel-Laub-Mischwald. Zunahme des Nadelholzes und Rückgang der Laubbäume haben sich seither fortgesetzt.

Bei der heutigen Walddichte (30%) nach Rodung der besten Böden existiert ein buntes Mosaik von Wald, Weiden, Wiesen, Heiden und Äckern.

Infolge der ungünstigen eiszeitlichen Wanderungsbedingungen (quer verlaufende Gebirgsbarrieren) bauen den mitteleuropäischen Wald nur 32 Laubbäume (Nordamerika 57) und 8 Nadelbäume (Nordamerika 18) auf. Dieses nicht reichhaltige Baumartengefüge verarmte sekundär seit der mittleren Steinzeit durch den Menschen infolge Nutzung, Weide und Streunutzung, so daß gegenwärtig nur noch Kiefer und Fichte sowie Buche und Eiche einen größeren Baumartenanteil erreichen.

	Laubbäume	Nadelbäume	Buche	Eiche	sLbb.	Kiefer	Fi	Ta
ursprüngl.	66	34	38	20	8	20	7	7
heute	29	71	14	10	5	44	25	2

Vergleicht man die Zusammensetzung der ursprünglichen Wälder (auf heutige Waldfläche bezogen) mit der gegenwärtigen Bestockung, dann hat sich das Verhältnis Laubholz zu Nadelholz umgekehrt, wobei wesentlich mehr Laubwaldstandorte gerodet wurden. Nadelbäume, vor allem Fichte, haben sich vervielfacht. Bei Tanne als besonders empfindlichem Weiser, ist in Südwestmähren durch Kahlhieb der Anteil (1600–1800) von 33–45% bis heute auf 1–4% geschrumpft, unter gleichzeitiger Fichtenzunahme von 5–30% auf 64–85% (MALEK 78).

BURRICHTER (77) hat die vorübergehende Anreicherung und dann um so stärkere Verarmung der Vegetation skizziert:

geschlossene Waldlandschaft vor Eingriff des Menschen	geringe Differenzierung, Armut an Vegetationseinheiten
Periode der Extensivwirtschaft in vorgeschichtlicher und mittelalterlicher Zeit	starke Differenzierung und Bereicherung der Vegetation
Periode der Intensivwirtschaft in der Neuzeit	Entdifferenzierung und Verarmung der Vegetation

5. Arealtypen der mitteleuropäischen Laubwaldregion (WALTER-STRAKA 70)

Durch die zentrale Lage ist die nord-südliche und ost-westliche Übergangsstellung ausgeprägt, so daß lokal und regional aus benachbarten Waldregionen einstrahlende Arten mit weiterer Amplitude differenzieren können.

		boreal		
		subboreal		
Atlantisch	subatlantisch	**mitteleuropäisch**	subkont.	kontinental
		submediterran	pontisch	(südsibirisch)
		mediterran		

Mitteleuropäische Arten

mit engerer Verbreitung	mit weiterer Verbreitung
Baumschicht	
Acer pseudoplatanus, Carpinus betulus, Fagus sylvatica, Prunus avium, Quercus petraea, Tilia platyphyllos, Taxus baccata	Acer campestre, A. platanoides, Alnus glutinosa, Fraxinus excelsior, Quercus robur, Tilia cordata, Ulmus glabra
Strauchschicht (Lianen)	
Hedera helix, Rosa rubiginosa, R. villosa, Rubus hirtus	Cornus sanguinea, Corylus avellana, Euonymus europaea, Rosa canina

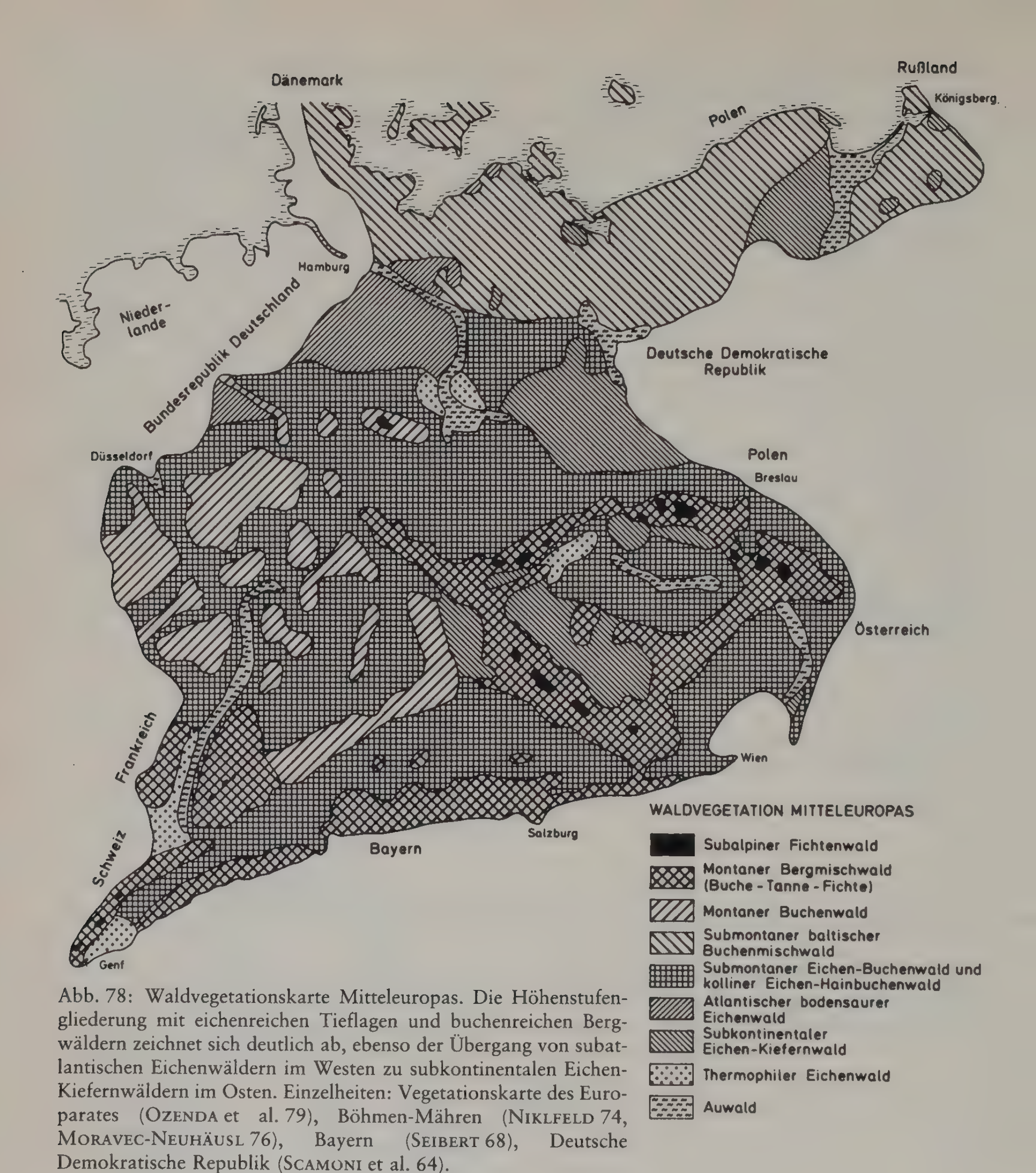


Abb. 78: Waldvegetationskarte Mitteleuropas. Die Höhenstufengliederung mit eichenreichen Tieflagen und buchenreichen Bergwäldern zeichnet sich deutlich ab, ebenso der Übergang von subatlantischen Eichenwäldern im Westen zu subkontinentalen Eichen-Kiefernwäldern im Osten. Einzelheiten: Vegetationskarte des Europarates (Ozenda et al. 79), Böhmen-Mähren (Niklfeld 74, Moravec-Neuhäusl 76), Bayern (Seibert 68), Deutsche Demokratische Republik (Scamoni et al. 64).

Krautschicht

Allium ursinum, Arum maculatum, Cephalanthera damasonium, Corydalis cava, Dentaria bulbifera, Festuca heterophylla, Galium sylvaticum, Hordelymus europaeus. Hypericum montanum, Luzula luzuloides, L. sylvatica, Lysimachia nemorum, Melica uniflora, Melittis melissophyllum, Mycelis muralis, Petasites albus, Phyteuma spicatum, Veronica montana, Vinca minor, Viola reichenbachiana

Actaea spicata, Aquilegia vulgaris, Anemone nemorosa, Asarum europaeum, Carex digitata, C. remota, Cephalanthera longifolia, C. rubra, Hepatica nobilis, Lamiastrum galeobdolon, Lathyrus vernus, Lunaria rediviva, Mercurialis perennis, Neottia nidus-avis, Pulmonaria officinalis, Ranunculus ficaria, Stachys sylvatica, Stellaria holostea

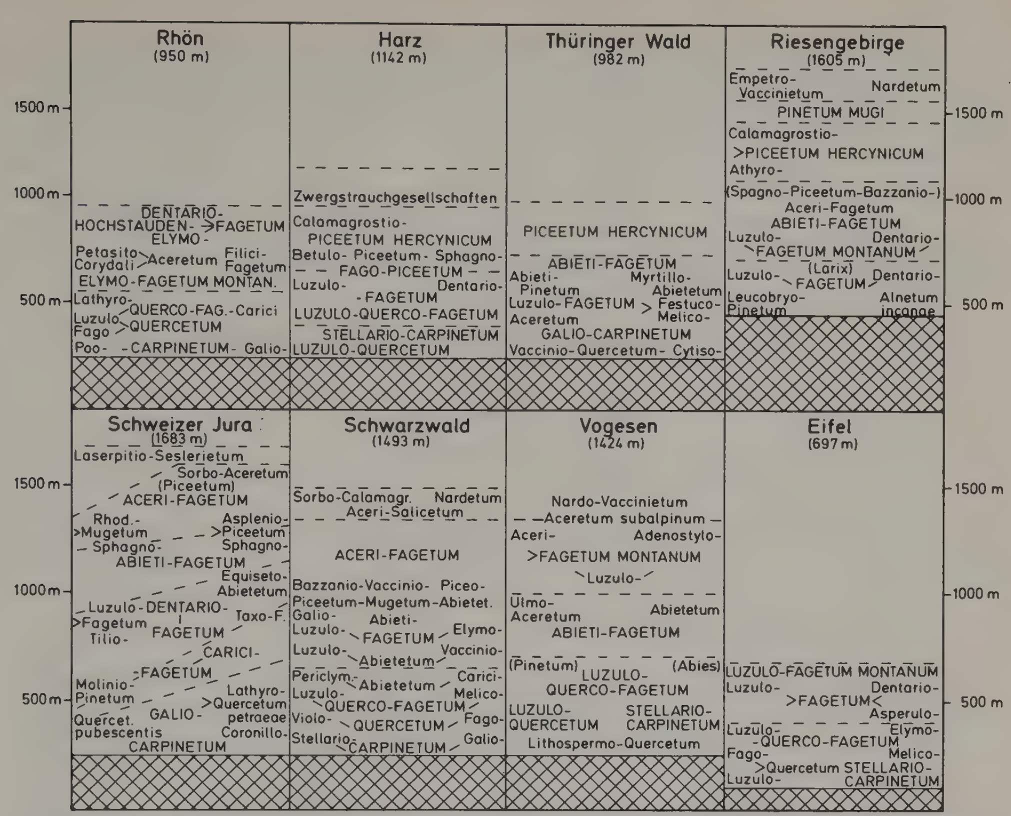


Abb. 79: Höhenstufen im mitteleuropäischen Bergland. **Nord-Süd-Differenzierung** im Westen: Im alpennahen Schweizer Jura (MOOR 52) sind Fichte, Tanne, aber auch Bergkiefer noch stärker vertreten. Natürliche Fichtenwälder im Schwarzwald (OBERDORFER 57), nur azonal im Buchen- und Tannen-Buchenwald. Fichte fehlt in den Vogesen (ISSLER 42) und die Tanne ist auf den tiefmontanen Buchenwald beschränkt. In der niedrigen subatlantischen Eifel fehlt auch Tanne (JAHN 72). **West-Ost-Differenzierung:** Westliche Eifel und nadelbaumfreie Rhön (HOFFMANN 64) mit (hochstaudenreichen) hochmontanen Buchenwäldern. Im Harz (HARTMANN 72) liegt die tannenfreie Fichtenwaldstufe am tiefsten. Der Thüringer Wald (GRÜNBERG-SCHLÜTER 75) mit auskeilender Tannen-Buchenwaldstufe hat nur einen sehr schmalen Fichtenwaldsaum. Beim subkontinentalen Riesengebirge (MATUSZKIEWICZ 60) ist die Fichtenwaldstufe mächtiger entwickelt, randlich in den Sudeten Lärche. Im Bayerischen und Böhmerwald analoges Höhenprofil (PETERMANN-SEIBERT 79). Höhenstufen differenzieren weiter: Wald-Feld-Verteilung, wichtigste landwirtschaftliche Nutzungsformen, Besiedlungs- und Hausform, Forstgeschichte (vgl. SCHRETZENMAYR 60).

Aus benachbarten Waldregionen einstrahlende Geoelemente:

Subboreal: Dryopteris filix-mas, Calamagrostis arundinacea, Paris quadrifolia, Melica nutans.

Subkontinental (Subpontisch-südsibirisch): Peucedanum oreoselinum, Vincetoxicum hirundinaria, Anemone sylvestris, Carex humilis, Lilium martagon.

Submediterran: Sorbus torminalis, Cornus mas, Lithospermum purpurocaeruleum, Teucrium montanum, Coronilla emerus.

Subatlantisch: Potentilla sterilis, Lonicera periclymenum, Teucrium scorodonia, Hypericum pulchrum, Galium harcynicum.

Das Kontinentalitätsgefälle (Abb. 7, JÄGER 68) ist deutlich ausgeprägt.

Vegetationskundliche Grundlagenerhebung: (Abb. 78, 79) Ein umfangreiches waldvegetationskundliches Grundlagenmaterial bedarf noch zusammenfassender Bearbeitung, da manche standortsähnlichen Einheiten verschieden benannt wurden. Regionale Bearbeitungen: Nordwestdeutschland (TÜXEN 37), Nordostdeutschland (SCAMONI 60, 64, PASSARGE 63, PASSARGE-

Hofmann 68, Schubert 72), südliches Mitteleuropa (Oberdorfer 57; Moor 52, Ellenberg-Klötzli 72, Mayer 74, Seibert 68). Mitteleuropäische Zusammenfassung: Rubner-Reinhold (53), Ellenberg (63, 78), Hartmann-Jahn (74), Hartmann (53, 74), Jahn (77). Unter Beschränkung auf wesentliche Zusammenhänge wird der gesamte Waldgesellschaftskomplex skizziert.

B. Planar-kolline Eichenmischwaldstufe (Abb. 80)

I. Planar-kolliner basenreicher Eichen-Hainbuchenwald

(Querco-Carpinion)

1. Eichen-Hainbuchenwald-Frage

Ellenberg (63, 78) klärte die natürliche Stellung von Eiche und Buche im buchenfähigen Übergangsklima.

a) Standörtliche Zusammenhänge

Auf grundwasserfreien Braunerden sind in einer breiten Zone zwischen den reinen submontanen Buchenwäldern und den mit Sicherheit buchenfreien Laubmischwäldern der mitteleuropäischen Trockengebiete alle, aber nicht gleitende Übergänge möglich. Sobald sich Buche nach Erreichen eines ökologischen Schwellenwertes in der oberen Baumschicht behaupten kann, entstehen so tiefgreifende Veränderungen im Bestandesklima und im natürlichen Artengefüge, daß dadurch «plötzlich» besondere Gesellschaften entstehen (Meusel 55). Zweckmäßig sind die in Mitteleuropa am weitesten verbreiteten buchenreichen Eichen-Hainbuchenwälder bzw. eichenfähigen Rotbuchenwälder als eigene Gruppe auszuscheiden. Floristisch allein ist dies nicht immer möglich, da die Grenzen insbesondere durch Mittelwaldwirtschaft verwischt wurden. **Buchenfreie Eichen-Hainbuchenwälder** treten nur im warm-trockenen, vor allem im subkontinental bis submediterran beeinflußten Raum auf, z.B. Oberelsaß, Böhmen, Österreichisches Weinviertel, Westpolen und Südosten. Wenn das Klima die Rotbuche ausschließt, hat die Eiche Chancen, sich auch auf durchschnittlichen Böden durchzusetzen, die edaphisch buchenfähig wären. Carpinus betulus spielt dann die entscheidende Rolle (Carpinion). Gegenwärtig ist mit Schwerpunkt die Eiche im Westen und Nordwesten Mitteleuropas verbreitet, wo die Buche in der Wärmezeit niemals dominant werden konnte (Firbas, 49).

b) Natürliche Entwicklungsdynamik (Abb. 81)

Trauben- und Stieleiche bilden zusammen mit Buche und Hainbuche sowie Edellaubbäumen auf ausgedehnten planar-kollinen Standorten Mischwälder. Stabile Dauermischungen mit den Lichtbaumarten entstehen nur dort, wo die Konkurrenzkraft der Schattbaumart deutlich geschwächt ist, wie an warm-trockenen Standorten mit Flaumeichenwaldnähe, auf sehr armsauren Standorten mit atlantischem Heide-Charakter, bei sehr feuchten – nassen Standorten, wo sich die Stieleiche gegenüber den Edellaubbäumen noch durchsetzen kann. Nach bestandesstrukturellen Untersuchungen in Naturwaldreservaten (Wienerwald, Spessart, Lödl-Mayer-Pitterle 77) kann sich die Eiche nur durch ihre Langlebigkeit (400–800 Jahre je Standort) gegenüber Buche und Hainbuche behaupten, die sich durch eine physiologische Altersgrenze von 100–200 Jahren mehrfach im Lebenszyklus der Eiche verjüngen müssen. Durch die große Krone entstehen beim Zerfall große Lücken, in denen sich die Eiche verjüngen kann. 300–500 Eichen/ha entsprechend verteilt genügen, um die Gesellschaft aus Licht- und Schattbaumarten aufrechtzuerhalten.

Planar-kolline Eichenmischwaldstufe

trockener ↕ feuchter

Leucobryo-Pinetum (O) | Lithospermo-Quercetum

Betulo-(W) / Pino-(O) >Quercetum | Anemono-Qu. | Arabidi-Qu. pub.

Lathyro n.- >QUERCETUM Vaccinio- | Cynancho- >QUERCETUM Potentillo a.(O)- | Dictamno-(O) >QUERCETUM pet. Coronillo-

Tilio-Quercetum

Luzulo- >QUERCETUM Genisto g.- | Galio- >CARPINETUM Stellario- | Primulo v.- CARPINETUM

Fago-Quercetum | QUERCO ROBORI - CARPINETUM

Molinio- >QUERCETUM Betulo- | Ulmo-Quercetum Ulmo-FRAXINETUM

-Pinetum sylv. (O) | Stellario- >Alnetum gl. Carici e.- | Carici-Fraxinetum

Vaccinio uliginosi- -Betuletum p. (W) | Pruno-Fraxinetum

saurer ←→ basischer

Abb. 80: Waldgesellschaftskomplex der planar-kollinen Eichenmischwaldstufe. Auf reichere, weniger extreme Böden ist der Eichen-Hainbuchenwald beschränkt, da der Eichenmischwald auf sehr armen, besonders trockenen und sehr frischen Standorten konkurrenzkräftig ist. Kiefernreiche Dauergesellschaften nur im Osten.

c) Anthropogener Einfluß

Viele Eichen-Hainbuchenbestände stocken heute auf «eichenfähigen» Buchenwaldstandorten (Querco-Fagetum) mit geringem natürlichem Eichenanteil durch labile Baumartenkonkurrenz in der klimatischen Übergangszone (Kriso 58, Streitz 67, Kuhn 67, Ellenberg 78). Der Mittelwaldbetrieb mit kurzem Umtrieb hat die Eiche begünstigt, die seit dem Mittelalter bewußt gefördert wurde: Bauholz für den Fachwerkbau, Mastnutzung für die Schweineweide. Bei 10- bis 12jährigem Umtrieb gewinnen echte Sträucher die Oberhand. Wird erst alle 20–30 Jahre geschlagen, wie in Mittelwäldern, so drängt die Hainbuche Eiche durch ihren Schatten zurück. Bei mehr als 30jährigem Umtrieb behauptet sich die Rotbuche, die zwar kaum noch aus dem Stock ausschlägt, aber durch Samenverjüngung Konkurrenzvorteile besitzt. Buchenfähige Eichen-Hainbuchenwälder wie im Harzvorland, Schweizer Mittelland oder Süddeutschland, treten auch in der Slowakei (Magić 68) und in Kroatien (Horvat-Glavač-Ellenberg 74) auf. In vielen Beständen setzte eine spontane Rückumwandlung beim Übergang vom Mittelwald zum Hochwald ein. Die großflächige Überführung des Mittelwaldes in Hochwald wird die natürliche Situation verifizieren. Während im Raum Bern – Aargau mit Hochwaldbeständen kaum Eichen-Hainbuchenwälder auftreten (Stamm 38), sind dagegen im westlichen Schweizer Mittelland Eichen-Hainbuchenwald und Mittelwald «identisch» (Etter 43). Die Reservate Hasbruch/Bremen, Neuenburger Urwald/Oldenburg, Sababurg/Kassel und Rohrberg/Spessart belegen die Entwicklung vom mittelalterlichen Eichen-Hudewald zum potentiellen Eichen-Buchenwald (Löd-Pitterle-Mayer 77)

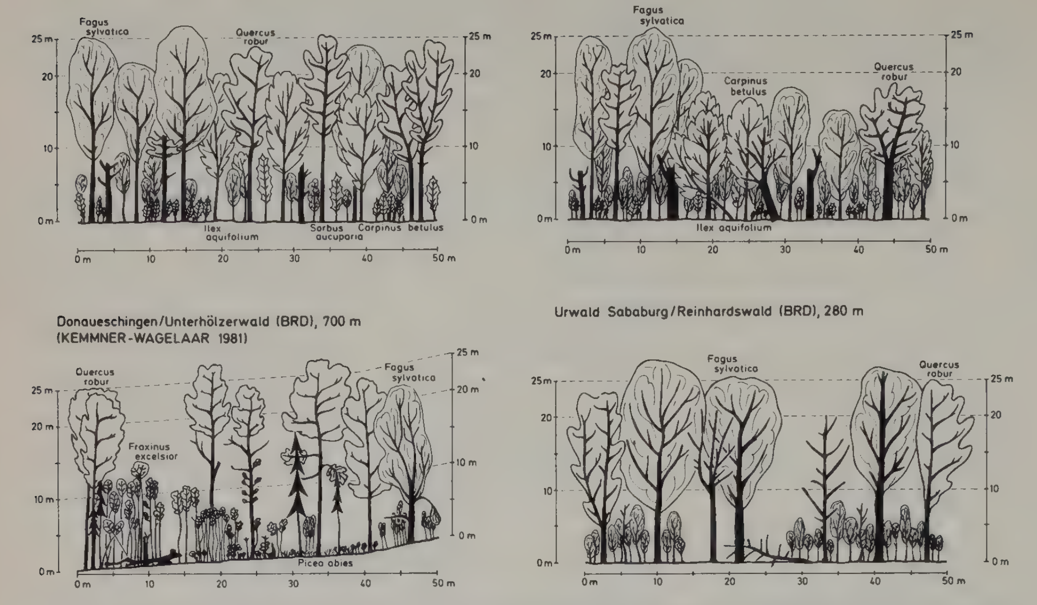


Abb. 81: Die natürliche Entwicklung von alten Eichen-Hudewäldern läßt die Eichen-Hainbuchenwald-Frage leichter klären. In den aufgelockerten Tieflagen-Beständen (Varel, Hasbruch, Sababurg) spielte die Buche durch den ständigen Aushieb kaum eine Rolle, dafür breitete sich Hainbuche aus. Nach Einstellung der Nutzungen geht die Entwicklung übereinstimmend zum Eichen-Buchenwald auf durchschnittlichen Standorten (vgl. Rohrberg, Spessart). In der kontinentalen Baar (Donaueschingen) ist trotz der Höhenlage auf den schweren Tonböden die Vitalität der Buche gebremst. Gezäunte Dauerprobeflächen in den Reservaten sind erwünscht.

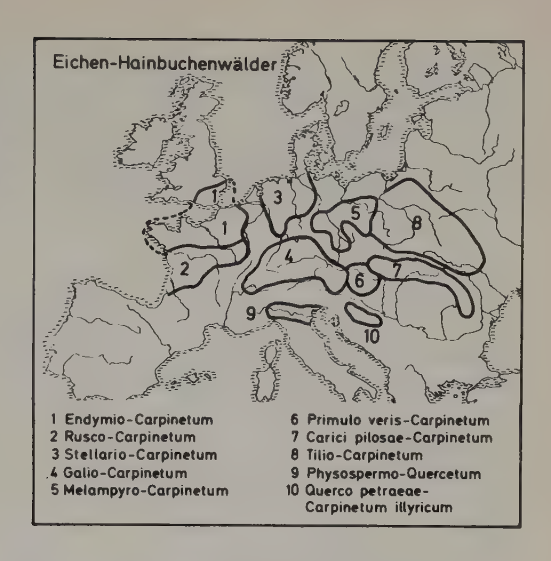
2. Entscheidende Standortsfaktoren (NEUHÄUSL-NEUHÄUSLOVÁ-NOVOTNÁ 73, NEUHÄUSL 77)

Selten über 400/500 m, Quotient Juli-Temperatur/Jahresniederschlag: 30–35, Juli-Temperatur 18–22°C, Niederschlagssumme 500 bis 600 (750) mm, meist Mullhumusboden, mittlere bis gute Nährstoffversorgung, kein extremer Bodenwasserhaushalt. Bei über 800 mm und Juli-Temperatur unter 17°C (Endymio- und Stellario-Carpinetum in Westeuropa) dringt Buche ein, verdrängt Hainbuche in die Unterschicht, und Eichen-Hainbuchenwälder sind dann nur noch auf Standorten mit Stau- und Grundwasser konkurrenzfähig. Im Osten (Tilio-Carpinetum) wird mangelnder Niederschlag durch Stau- oder Grundwasser kompensiert, im Südwesten (Rusco-Carpinetum) höhere Niederschläge durch wärmere Sommer. Geringe Winterkälte ist nicht entscheidend. Echte Eichen-Hainbuchenwald-Gebiete sind im Winter in Mitteleuropa nicht wesentlich kälter als Buchenwaldgebiete, wohl aber in Zentralpolen. Carpinus kann unter ungewöhnlich scharfen Frösten (1928) stärker leiden als Buche (TIMM 30).

3. Pflanzengeographische Gliederung (Abb. 82)

Von der Hauptverbreitung in Mitteleuropa aus greift die Gesellschaft nach Westen und Osten und auch nach Süden aus. NEUHÄUSL (77) scheidet 10 vikariierende Assoziationen (geographische Rassen) aus.

Abb. 82: Verbreitung der europäischen Eichen-Hainbuchenwälder (nach NEUHÄUSL 77). 1. Endymio-Carpinetum, 2. Rusco-Carpinetum, 3. Stellario-Carpinetum, 4. Galio-Carpinetum, 5. Melampyro-Carpinetum, 6. Primulo veris-Carpinetum, 7. Carici pilosae-Carpinetum, 8. Tilio-Carpinetum, 9. Physospermo-Quercetum, 10. Querco petraeae-Carpinetum illyricum.



a) **Atlantischer Eichen-Hainbuchenwald** (Endymio-Carpinetum, NOIRFALISE 68)

Im Klimaxbereich atlantischer Buchenwald (Südostengland, Nordwestfrankreich) wird der Eichen-Hainbuchenwald von der Buche auf Pseudogley- und Gleyböden zurückgedrängt. **DA.:** Narcissus pseudonarcissus, Endymion nutans (Scilla non-scripta).

b) **Submediterran-atlantischer Eichen-Hainbuchenwald**
(Rusco aculeati-Carpinetum, NOIRFALISE 68).

In wärmeren, trockeneren Gebieten des westlichen Europas (Südwest- und Zentralfrankreich). **DA.:** Ruscus aculeatus, Luzula forsteri, Potentilla montana, Pulmonaria angustifolia.

c) **Subatlantischer Eichen-Hainbuchenwald des nordwestlichen Mitteleuropas**
(Stellario holosteae-Carpinetum, OBERDORFER 57)

Vorwiegend in den Niederlanden sowie im westlichen und nordwestlichen Teil der Bundesrepublik Deutschland auf nicht buchenfähigen Standorten; gekennzeichnet durch weitgehendes Fehlen atlantischer und subkontinentaler Elemente sowie durch reichlich hygrophile Arten.

d) **Subatlantischer-subkontinentaler zentraleuropäischer Eichen-Hainbuchenwald**
(Galio sylvatici-Carpinetum, OBERDORFER 57)

In Mitteleuropa bis zu den Alpen (Ostfrankreich, Schweiz, Deutschland, Österreich) mit hoher Stetigkeit von Galium sylvaticum, aber auch noch des subatlantischen Potentilla sterilis; wärmeliebende Arten.

e) **Subkontinentaler zentraleuropäischer Eichen-Hainbuchenwald**
(Melampyro nemorosi-Carpinetum, PASSARGE 57, Galio-Carpinetum bohemicum et polonicum).

Klimaxgesellschaft im östlichen Mitteleuropa (Böhmen, westliches Mähren, DDR und westliches Polen) gekennzeichnet durch die Artengruppen Galium sylvaticum, Festuca heterophylla, Hepatica nobilis und durch das Fehlen atlantischer und subatlantischer Elemente.

f) Pannonischer Eichen-Hainbuchenwald
(Primulo veris-Carpinetum, Neuhäusl-Neuhäuslová-Novotná 68)

Bei submediterran-kontinentalem Klima (Nordost-Österreich, Südost-Tschechoslowakei, West-Ungarn). Sorbus torminalis in der Baumschicht, hohe Stetigkeit der Gruppe Viola mirabilis, Melittis melissophyllum, Festuca heterophylla. Völliges Fehlen von Hygrophyten oder Acidophyten sowie häufiges Vorkommen von Xerophyten kennzeichnen.

g) Perikarpatischer Eichen-Hainbuchenwald (Carici pilosae-Carpinetum, Neuhäusl 64)

Klimaxvegetation im niedrigen Hügelland entlang der südlichen Grenze der West- und Ostkarpaten mit Carex pilosa, Symphytum tuberosum und südöstlichen Arten.

h) Kontinentaler Eichen-Hainbuchenwald (Tilio-Carpinetum, Traczyk 62)

Klimaxvegetation der Tieflagen im westlichen Osteuropa nördlich der Karpaten (Schlesien, Polen, westliche UdSSR); negativ charakterisiert durch Fehlen sowohl atlantisch-subatlantischer als auch submediterran-kontinentaler Arten; lokale Fichten-Ausbildung.

i) Illyrischer Eichen-Hainbuchenwald (Erythronio-Carpinetum illyricum, Horvat et al. 74)

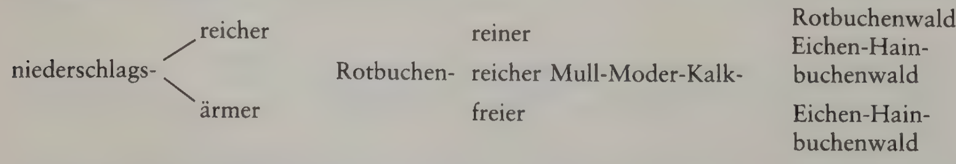
Im niederen Hügelland des nordwestlichen Balkans besteht eine von Mitteleuropa stark abweichende Artenkombination durch hervortretende submediterrane Florenelemente; Epimedium alpinum, Lonicera caprifolium, Crocus albiflorus.

k) Eichen-Hainbuchenwald des Apennin (Physospermo cornubiensis-Quercetum petraeae, Oberdorfer 68)

Im Orno-Ostryongebiet des nördlichen Apennin mit Anemone trifolia sowie thermophilen und submediterranen Elementen.

4. Gliederung des mitteleuropäischen Labkraut- und Sternmieren-Eichen-Hainbuchenwaldes (Galio sylvatici- bzw. Stellario holosteae-Carpinetum)

Es gibt gleitende Übergänge sowohl von typischen Eichen-Hainbuchenwäldern der trockenen-subkontinentalen Tieflagen zu den typischen submontanen-montanen Buchenwäldern, von den basenreichen zu den bodensauren Modergesellschaften, von den trockeneren zu den grundwasserbeeinflußten Einheiten (Ellenberg 78).



Soziologische Gliederung (Kennarten im optimalen Buchenwaldgebiet Südwestdeutschlands, Oberdorfer 57, Hartmann 53, Lohmeyer 67, Neuhäusl 77).

Stellario-Carpinetum	Galio-Carpinetum
Carpinion-Arten: Carpinus betulus, Prunus avium, Rosa arvensis, Stellaria holostea, Carex umbrosa, Dactylis polygama, Potentilla sterilis, Ranunculus auricomus.	
(Lonicera periclymenum)	Sorbus torminalis, S. domestica, Ligustrum vulgare, Convallaria majalis, Carex montana, Festuca heterophylla

Das **Stellario-Carpinetum** besitzt keine gute Charakterart, denn Stellaria holostea greift weit darüber hinaus. Durch Fehlen wärmeliebender Arten negativ gekennzeichnet, tritt es im westlichen und nordwestlichen Mitteleuropa bei stärkerem subatlantischem und humidem Charakter meist auf schweren nährstoffreichen Böden auf.

Das warm-trockenere, ausgeprägter subkontinentale **Galio-Carpinetum** strahlt vom polnischen Flachland nach Westen aus. In Mitteleuropa existiert ein trockenes Eichen-Hainbuchenwald-Klima nur inselartig; z.B. im Regenschatten des Harzes, Rhön, Spessart, Innerböhmen, Südmähren, Wiener Becken, Oberrheinische Tiefebene bis Basel; zahlreiche geographische Lokalrassen (Oberdorfer 57, Abb. 83).



Abb. 83: Böhmische Schlußwaldgesellschaften. Lindenreicher Eichen-Hainbuchenwald (Chrudim). Thermophiler Linden-Buchenwald (Zbiroh). Luzula luzuloides-Traubeneichen-Buchenwald (Ondřejov). Dentaria bulbifera-Eichen-Buchenwald mit Tanne (Křtiny).

Die größten soziologischen Unterschiede bestehen zwischen artenreichen und azidophilen Gesellschaften, mittlere zwischen den trockeneren Trauben- und feuchteren Stieleichenwäldern (Passarge-Hofmann 68). Arealgeographische Unterschiede sind noch deutlicher zwischen östlichen (Galio-C.) und westlichen (Stellario-C.) Ausbildungen, geringere zwischen den nördlichen und südlichen, so daß die meist analogen Subassoziationen gemeinsam besprochen werden; Phänologie siehe Neuhäusl-Neuhäuslová-Novotná (77).

5. Mäßig frischer bis trockener Eichen-Hainbuchenwald

a) Typischer Traubeneichen-(Stieleichen-)Hainbuchenwald
Querco-Carpinetum typicum, Abb. 84)

Das typische, subkontinentale Galio-Carpinetum findet sich vielfach auf Lößlehm-Böden, im fränkisch-thüringischen Gebiet (200–420 m), mittleren Neckargebiet, Kaiserstuhl. Im nordwestdeutschen Hügelland und im kollinen Rheinischen Schiefergebirge kommt das subatlantische Stellario-Carpinetum vor. Die ziemlich frischen, reicheren Silikatverwitterungsstandorte charakterisieren Carpinion-Arten. Beim süddeutschen Keupergebiet treten wärmeliebende Arten hinzu; Ligustrum vulgare, Viburnum lantana; Knautia sylvatica. Subpannonischer Einfluß im Flysch-Wienerwald mit Festuca drymeia (Carex pilosa, Cyclamen purpurascens). In Böhmen-Mähren (Neuhäusl-Neuhäuslová-Novotná 68) sehr vielgestaltig; mittelböhmische Galium rotundifolium-Ausbildung auf schweren, stauwasserbeeinflußten Böden ohne Galium sylvaticum mit Senecio fuchsii, Luzula pilosa. Auf den frischen, mineralkräftigen Braunerden kann bei Eiche und Buche durch guten Wuchs und geradschaftige Ausformung Wertholz produziert werden. Auch beigemischte Bunthölzer (Spitzahorn, Elsbeere, Vogelkirsche) wüchsig.

b) Schwach bodensaurer Eichen-Hainbuchenwald
(Querco-Carpinetum luzuletosum luzuloidis)

Die verbreitete Einheit auf anlehmigen, schluffig-sandigen bodensauren Moderböden tritt in zwei vikariierenden westlichen und östlichen Ausbildungen auf. Das subatlantische Stellario-Carpinetum luzuletosum luzuloidis (Hartmann 53, Rühl 54, Jahn 72) ist auf das westliche Mitteleuropa (100–300/500 m) beschränkt, die subkontinentale Galio-Carpinetum-Ausbildung mit Schwerpunkt im Osten (Passarge 53, Hartmann 53; Kaiserstuhl (370–470 m), Rochow 51); im Vergleich zur Poa chaixii-Subassoziation werden ärmere, aber frischere Standorte besiedelt. Auf basenreicheren Standorten löst die Festuca altissima-Ausbildung ab, vorwiegend bei subatlantischer Klimatönung (Stellario-Carpinetum).

c) Subkontinentaler Bergrispen- und Waldreitgras-Traubeneichen-Hainbuchenwald
(Galio-Carpinetum poetosum chaixii et calamagrostietosum arundinaceae)

Im subkontinentalen, östlichen Übergangsbereich (Oberdorfer 57) werden leicht verdichtete Lößlehmböden besiedelt. Die leistungsfähige Einheit (Furnierholz) steht zwischen der typischen und Luzula-Ausbildung, wobei anspruchsvollere Arten fehlen, dafür aber wärmeliebende Elemente auftreten: Carex montana, Convallaria majalis, Lathyrus montanus, Festuca heterophylla, auch Carex umbrosa. Östlich wirkt auch das häufigere Vorkommen von Winterlinde, Hasel, Rosa arvensis, Sorbus torminalis. Der an Hainbuche verarmte, grasreiche Calamagrostis arundinacea-Winterlinden-Traubeneichenwald im Harz leitet zum Potentillo albae-Quercetum über (Meusel 55), ebenso grasreiche Winterlinden-Traubeneichen-Mischwälder des mitteldeutschen Trockengebietes (Meusel 51/52) auf Löß mit Chrysanthemum corymbosum, Sorbus torminalis, dem subkontinentalen Melampyrum nemorosum, Potentilla alba; vgl. lindenreiche Eichen-Hainbuchenwälder im östlichen Mitteleuropa; Melampyro nemorosi-Carpinetum in Böhmen-Mähren und Carici pilosae-Carpinetum am Karpatenrand.

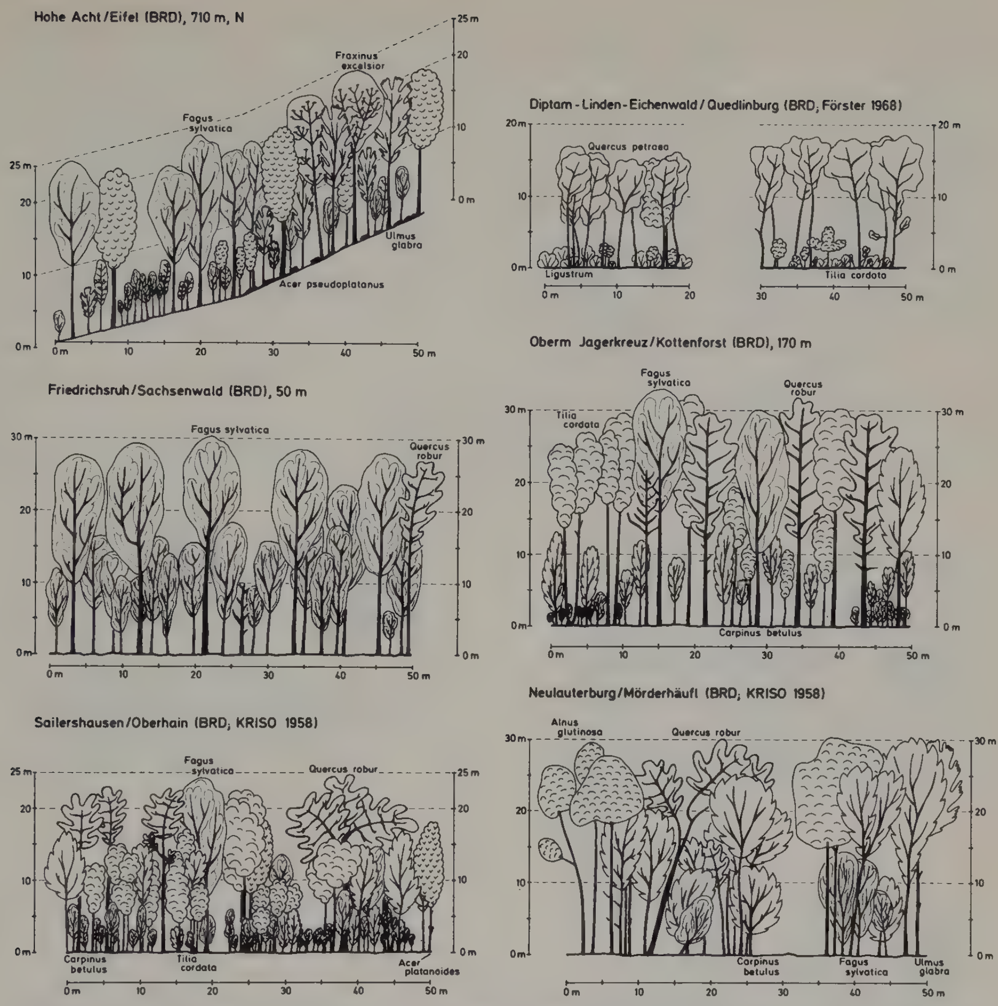


Abb. 84: Eichen-Buchen-Mischwälder. Thermophiler Diptam-Linden-Traubeneichenwald (Förster 68). Subatlantischer lindenreicher Stieleichen-Hainbuchenwald, Kottenforst (Butzke 79). Basenreicher Stieleichen-Hainbuchen-Mittelwald, Sailershausen (Kriso 58). Block-Ahorn-Eichen-Ulmenwald, Eifel. Bodensaurer Stieleichen-Buchenwald, Sachsenwald. Auwaldartiger Stieleichen-Hainbuchenwald mit Schwarzerle, Mörderhäufl (Kriso 58).

d) **Duftprimel-Kalk-Traubeneichenmischwald** (Galio-Carpinetum primuletosum veris)

Randliche Stellung zum thermophilen Eichenwald besteht durch tiefere, wärmere, meist sonnseitige Hügellandstandorte mit Kalk- und Lößlehmböden. **B.**: Traubeneiche, Winterlinde, Hainbuche, Feldahorn, Elsbeere (Süddeutschland), Kirsche, reichlich Sträucher (Cornus sanguinea, C. mas). Wärmezeiger differenzieren: Carex montana, Viola hirta, Viola mirabilis, Campanula persicifolia, Hepatica nobilis. Geologisch bedingt sehr ungleichmäßig verbreitet, speziell in Trockengebieten (Jura und Mitteldeutschland); Förster 68, Keller 75, Passarge-Hofmann 68; Primulo veris-Carpinetum in Böhmen-Mähren, Neuhäusl-Neuhäuslová-Novotná 68. Die Sorbus torminalis-Ausbildung des Leithagebirges auf Rendzina steht bereits im Kontakt zum Flaumeichen-Zerreichenwald (Hübl 59). Voralpinen Charakter hat die Carex alba-Brachypodium sylvaticum-Ausbildung (Primula vulgaris, Tanacetum corymbosum, Buphtalmum salicifolium; Knapp 44, Mayer 74).

6. Frischer bis feuchter Stieleichen-Hainbuchenwald
(Querco roboris-Carpinetum s. l.)

Die feuchtere Subassoziationsgruppe bestockt nährstoffreiche Grundwasser-Pseudogleye bzw. grund- oder hangwasserbeeinflußte Pseudogleybraunerden. Auf stärker vernäßten Standorten fehlt auch im Buchenwaldareal die Schattbaumart edaphisch bedingt durch ungenügende Bodendurchlüftung. Die feuchteren Typen haben schon auwaldartige Struktur. Bei zurücktretender bis fehlender Traubeneiche dominiert Stieleiche (Robori-Carpinetum, MAYER 74). **DA.:** Athyrium filix-femina, Urtica dioeca, Carex remota, Festuca gigantea, Impatiens noli-tangere, Veronica montana, Circaea lutetiana, Lysimachia nemorum. Charakteristische Begleiter: Equisetum sylvaticum, Circaea alpina, Equisetum arvense.

a) Bodenfrischer wüchsiger Eichen-Hainbuchenwald

In Hanglage auf grundfrischer basenreicher Pseudogley-Braunerde gedeiht Buche noch optimal und produziert Wertholz (Stellario-Carpinetum circaeetosum lutetianae). Auf verebneten, pseudo-

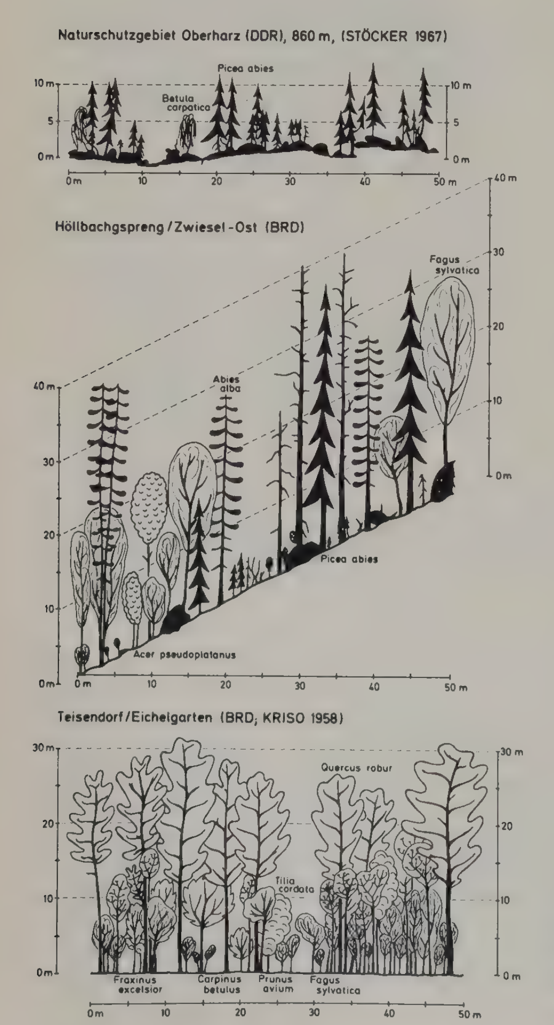


Abb. 85: Östliche (subkontinentale) Wälder. Karpatenbirken-Fichten-Blockwald im Harz (STÖKKER 67). Fichten-Tannen-Buchen-Naturschutzgebiet Höllbachgspreng. Eschenreicher Stieleichen-Hainbuchenwald guter Ausformung, Teisendorf/Salzburg.

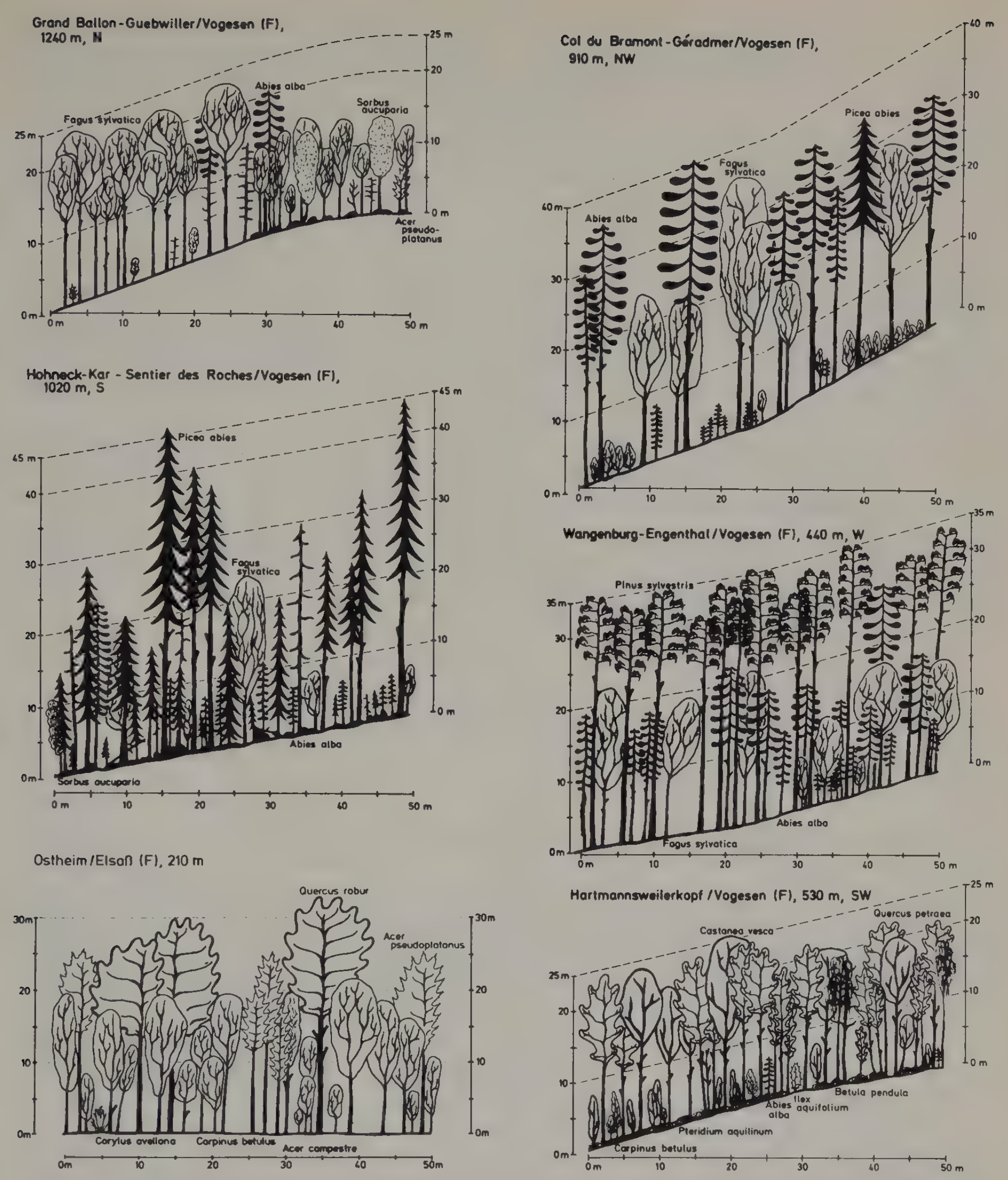


Abb. 86: Waldgesellschaften in den Vogesen. Stieleichen-Hainbuchenwald in der Rheinebene (Ostheim). Bodensaurer Kastanien-Traubeneichenwald (Hartmannsweilerkopf). Wüchsiger, gut geformter Wangenburger Kiefernbestand auf Tannen-Buchenwaldstandort. Subspontaner Fichten-Blockwald (Hohneck). Typischer Tannen-Buchenwald mit sekundärer Fichte (Col du Bramont). Bergahorn-Buchen-Hochlagenbestand nahe der Waldgrenze (Grand Ballon).

vergleyten Lößlehmstandorten (Kottenforst, Butzke 79, Abb. 84) tritt noch das wüchsige winterlindenreiche St.-C. convallarietosum majalis auf mit subatlantischem Charakter (Ilex aquifolium, Castanea vesca, Lonicera periclymenum). Ausgezeichneter Wuchs wird in der farnreichen Galium odoratum-Gesellschaft auf grundfrischem Lößlehm erreicht (Ellenberg 39, Trautmann 57); Hordelymus europaeus, Melica uniflora, Dryopteris filix-mas, Dryopteris dilatata, Gymnocarpium dryopteris. Im Aspekt ähnlich ist der Hochstauden-Eichen-Hainbuchenwald auf frischer Hangschutt-Rendzina mit Aconitum vulparia (Künne 69, Abb. 85).

Spitzenleistungen (Furnier- und Schneideholz) erreichen Stieleiche und Esche (Bergahorn) auf (Gley-)Braunerden in Tälern und an Unterhängen in der Corydalis cava-Untergesellschaft (Gagea lutea, Leucojum vernum, Equisetum hyemale) Allium ursinum; (MEYER 74) und in der Arum maculatum-Einheit (Primula elatior, Alliaria officinalis). Im Süden (OBERDORFER 57) kennzeichnet Carex brizoides wechselfrische, zeitweise staunasse Pseudogley-Löß-Braunerden, die nur von Stieleiche und Hainbuche nachhaltig aufgeschlossen werden; wüchsige, aber labile Fichten-Standorte (MAYER 72).

b) **Bodenfeuchter auwaldartiger Eichen-Hainbuchenwald** (Abb. 84, 86)

In der charakteristischen Stachys sylvatica-Einheit auf humosem Grundwassergley (Talniederungen, Unterhänge) ist das Baumartengefüge ähnlich wie im Hartholz-Auwald; Ulmus minor et laevis, Glechoma hederacea, Geum urbanum, Circaea lutetiana (vgl. Hainbuchen-Ulmen-Hangwälder im Nordosten, PASSARGE-HOFMANN 68). Erlenbruchartig ist der nasse, mäßig wüchsige (15–20 m) Filipendula ulmaria-Stieleichen-Hainbuchenwald auf anmoorigem Grundwassergley; **DA.**: Alnus glutinosa, Prunus padus, Crepis paludosa, Humulus lupulus, Angelica sylvestris, Eupatorium cannabinum. Feuchte bis nasse Eichen-Hainbuchenwälder fehlen im Schweizer Mittelland (KLÖTZLI 68, ELLENBERG-KLÖTZLI 72), da durch den Niederschlagsreichtum des Alpenvorlandes und den höheren Basengehalt der jüngeren Böden die Konkurrenzkraft der Edellaubbäume (Esche, Bergahorn, Bergulme) zu groß ist.

II. Wärmeliebender Eichen-Trockenwald

(Quercion pubescenti-petraeae)

1. Mitteleuropäischer Steppenheidewald

Inselförmige Relikte submediterraner, geringwüchsiger und krüppeliger Flaumeichen- und kontinentaler Steppenwälder auf Extremstandorten gehen auf das frühe Postglazial zurück, als von Südosten (Balkan) und Südwesten (Frankreich) wärmeliebende Eichenmischwälder nach Mitteleuropa einwanderten und in der postglazialen Wärmezeit relativ trockene Standorte besiedelten, während die heutigen Standorte damals von waldfreiem Steppenrasen eingenommen wurden. Im feuchteren Subatlantikum wurden die mesophilen Schattbaumarten konkurrenzfähiger und der Flaumeichenmischwald wurde auf sonnseitige flachgründige Kalkstandorte zurückgedrängt und bildet seither extrazonale Dauergesellschaften. Der Mensch hat entscheidend durch Niederwaldhieb, Brand und Weide zur Erhaltung und Wiederausbreitung der Steppenheidewälder beigetragen.

Die Waldsteppeninseln des mittleren und südöstlichen Mitteleuropas (MEUSEL 39, WENDELBERGER 54) stellen kleinräumige Mosaike von offenem Trockenrasen, Gebüschen und lichten Wäldern dar mit zahlreichen Waldsteppenelementen. Osteuropäische Steppenwälder stocken auf Schwarzerden, die im südöstlichen Mitteleuropa heute von dichtem Wald bestockt sind; Wiener Becken (MAYER 74).

Die mitteleuropäischen Steppenheidewälder(im Sinne von GRADMANN) sind nur entfernt mit südosteuropäischen Flaumeichen-Buschwäldern verwandt, da Flaumeiche teilweise fehlt, mitteleuropäische Arten auftreten (Quercus petraea, Tilia platyphyllos), kontinentale Waldsteppenarten auffallen (Dictamnus albus, Geranium sanguineum), selten submediterrane Arten dazutreten (Coronilla coronata), aber entscheidend mesophile Laubwald-Elemente mit weiterer Amplitude eindringen (Melica nutans, Lathyrus vernus, Convallaria majalis).

Charakterarten (HARTMANN 74, FÖRSTER 79): Quercus pubescens, Sorbus torminalis, Cornus mas, Lithospermum pupurocaeruleum, Tanacetum corymbosum, Campanula persicifolia,

Primula veris ssp. columnae, Helleborus foetidus, Polygonatum odoratum, Melittis melissophyllum; ferner Lathyrus niger, Coronilla emerus, Trifolium alpestre, Vincetoxicum hirundinaria, Clematis recta, Arabis turrita, Dictamnus albus, Potentilla alba, Prunus mahaleb, Amelanchier ovalis, Cotoneaster tomentosa.

2. Wärmeliebender basenreicher Eichen-Mischwald

Unterschiede der Einwanderung, Zufälligkeiten der Entstehung und langdauernder Isolationseffekt erklären die ausgeprägte Gesellschaftsdifferenzierung. Vom südöstlichen Verbreitungsschwerpunkt verarmt die mitteleuropäische Gesellschaft gegen Westen und Norden und verlöscht im mitteldeutschen Bergland (Förster 68), gegen Osten nimmt der subkontinentale Charakter zu (Matuszkiewicz 56).

a) Xerothermer (subkontinentaler) Eichenmischwald im deutschen Mittelgebirgsraum (Dictamno albae-Quercetum petraeae-roboris, Abb. 84, 87, 88)

Förster (79) faßt die unter verschiedenen Namen beschriebenen thermophilen Eichenmischwälder zusammen; Lithospermo-Quercetum Gauckler 38, Coronillo coronatae-Quercetum, Knapp 44, Ellenberg-Klötzli 72; Clematido rectae-Quercetum, Oberdorfer 57. Kollinplanar stocken auf gut mit Nährstoff versorgten Lößböden, Keupertonen- oder Kalkschuttböden-Hochwälder (20–25 m) bis Gebüsche. Trauben- und Stieleiche überwiegen, Flaumeiche sporadisch. Nebenbaumarten: Sorbus torminalis, Acer campestre, Carpinus betulus. Gut entwickelte Strauchschicht: Ligustrum vulgare, Viburnum lantana, üppige Krautschicht. **CA.:** Dictamnus albus, Melampyrum cristatum, Coronilla varia; ferner Carex montana, Peucedanum cervaria, Tanacetum corymbosum, Anthericum ramosum (Jura: Mercurialis ovata, Cytisus nigricans). Typische Ausbildung im mitteldeutschen Trockengebiet. Östlichen Charakter hat die wüchsige Potentilla alba-Untergesellschaft (25 m) mit lokaler Kiefer (Kontakt zum Potentillo-Quercetum). Colmarer Trockengebiet, die südwestliche, sehr geringwüchsige Lonicera periclymenum-Einheit. Im Maingebiet mit hervortretender Buche differenzieren Carex digitata, Sorbus aria, Tilia platyphyllos und Acer monspessulanum. Am artenreichsten sind Buschwälder mit Carex humilis (Origanum vulgare, Teucrium chamaedrys, Coronilla coronata). In der Frankenalb stockt die extremste Cytisus nigricans-Untergesellschaft an schroffen Hängen. Die buschartige Waldsteppe (Meusel 39) kennzeichnen Adonis vernalis (Thalictrum minus, Asparagus officinalis).

Seggen-Eichenwald (Carici humilis-Quercetum)

Die westliche Gesellschaftsgruppe (Werra-Bergland) ist verarmt; Carex humilis, auch C. montana sind bezeichnend. In der Schwäbischen Alb Ausbildungen mit Lathyrus niger im Südwesten (Müller 66) und mit Lithospermum purpur ocaeruleum auf Kalk im Werra-Bergland.

Thermophilen Charakter hat noch das Dictamno albae-Carpinetum im mitteldeutschen Trokkengebiet auf Löß mit Traubeneiche, Winterlinde-Eiche (Vincetoxicum hirundinaria, Lathyrus niger, Förster 79). Wird der Boden frischer, dringen Buche und Hainbuche ein, so daß Steppenheidewälder mit Buche (Bupleurum longifolium) und Eiche-Hainbuche (Pulmonaria officinalis), im Westen mit Lonicera periclymenum entstehen.

Subkontinentale Ausbildung: Das Lathyro versicoloris (pannonici)-Quercetum pubescentis (Jakucs 61) in Mittelböhmen baut parkwaldartige Flaumeichen-Traubeneichen-Gebüsche (4–6 m) auf; Cornus mas. **CA.:** Cotoneaster integerimus Thlaspi montanum, Festuca amethystina, Melampyrum cristatum, Bupleurum falcatum. Randlich kommt in Böhmen-Mähren noch der südosteuropäische Prunus mahaleb- und Cotinus coggygria-Flaumeichen-Buschwald vor; im Ostalpen-Vorfeld noch das Corno mas-Quercetum (Jakucs 61) mit Quercus cerris, Hierochloë australis, Carex michelii.

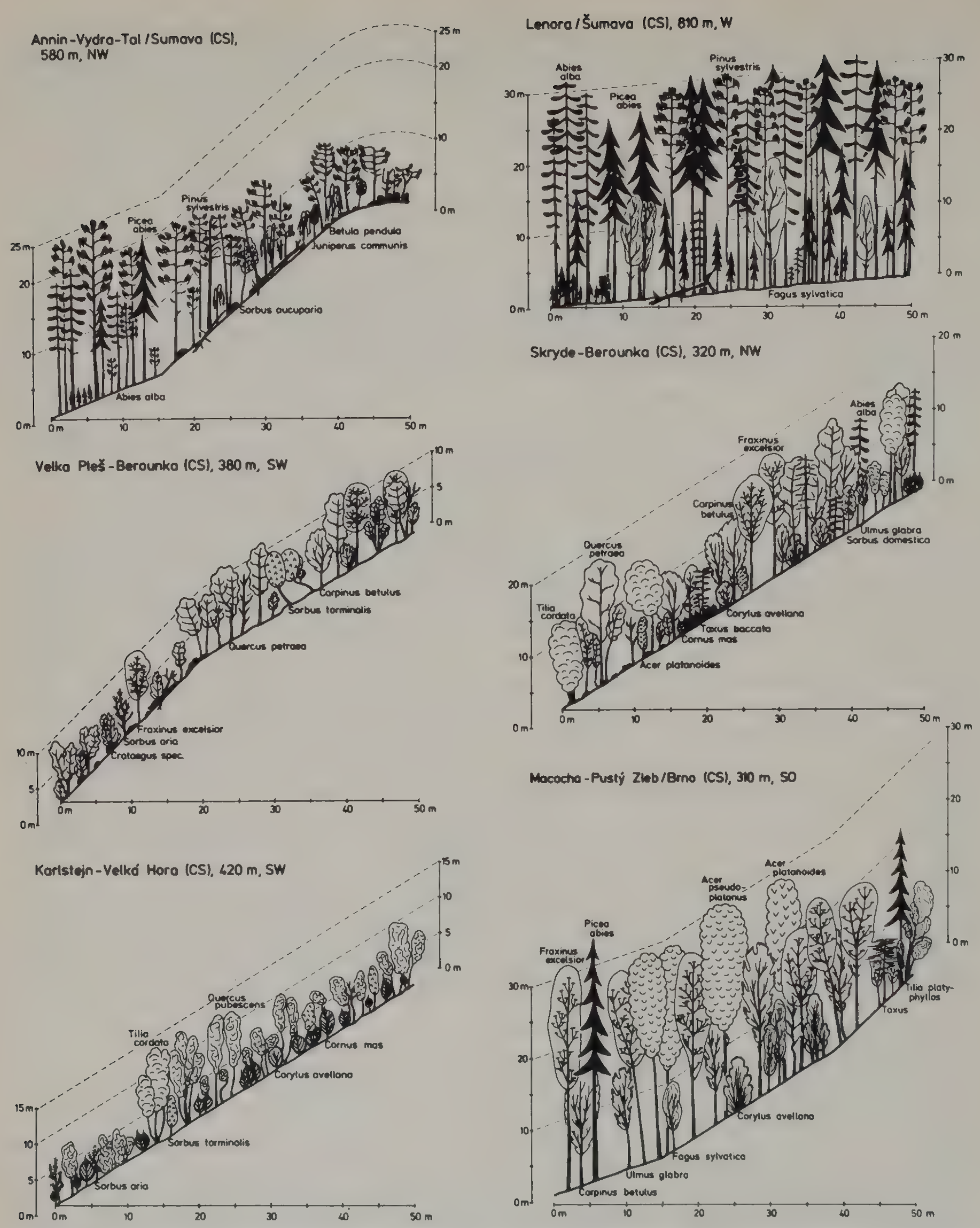
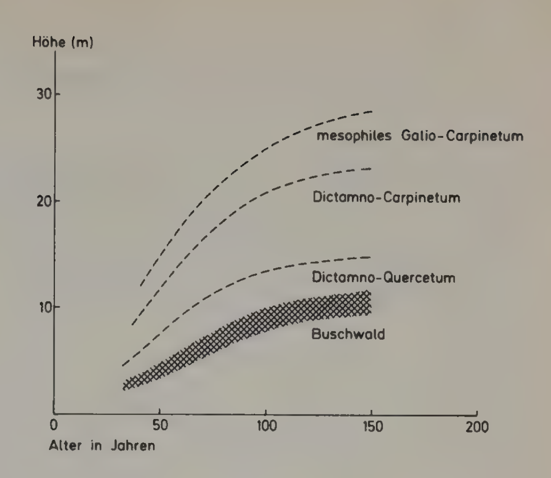


Abb. 87: Böhmische Dauergesellschaften. Sphagnum-Fichten-Tannenwald mit Kiefer (Lenora). Vaccinium vitis-idaea-Birken-Kiefernwald (Annin). Anthericum ramosum-Felsblock-Traubeneichenwald (Velka Pleš). Eibensteilhang-Traubeneichen-Hainbuchenwald (Skryde). Diptam-Flaumeichenwald (Karlstejn). Lunaria-Bergahorn-Eschen-Schluchtwald (Macocha).

b) Subatlantisch-submediterraner thermophiler Eichen-Mischwald

Im Südwesten (Lithospermo-Quercetum, OBERDORFER 57) ist die artenreichste Gesellschaft die herrschende Klimaxgesellschaft; im kollinen Rhein-Neckar-Gebiet (150–300 m) noch großflächiger an Sonnseiten, im montanen Schwäbischen-Alb-Gebiet (400–850 m) nur noch auf extrem trockenen, sonnseitigen Dauergesellschaftsstandorten konkurrenzfähig.

Abb. 88: Wuchsleistung der Eiche im xerothermen Eichenwald (nach FÖRSTER 68).



Der **Buchsbaum-Eichen-Mischwald** (Buxo sempervirentis-Quercetum pubescentis, OBERDORFER 57) reicht vom südwesteuropäischen Hauptareal bis zum Schweizer Jura und bis Grenzach/Rhein. Bezeichnend Prunus mahaleb, Acer opalus; ferner Taxus baccata, Daphne laureola, Peucedanum cervaria, Melittis melissophyllum, Carex humilis (Carex hallerana). Ähnlich ist das verarmte, mittelrheinische Aceri monspessulani-Quercetum petraeae (OBERDORFER 57), auch auf kalkarmen, sonnseitigen Felshängen mit Prunus mahaleb, Quercus pubescens-Bastarde, Viscaria vulgaris, Amelanchier ovalis, an der Mosel auch Buxus sempervirens und Cornus mas. Im Schweizer Mittelland leitet das **Arabidi turritae-Quercetum pubescentis** (ELLENBERG-KLÖTZLI 72) auf den wärmsten Kalkstandorten (Neuenburg 400–700 m) mit sehr baum- und strauchreichen Mischwäldern, Acer opalus, Pyrus communis, Amelanchier ovalis, Coronilla emerus; **CA.:** Anthericum liliago, Bupleurum falcatum zum Buxo-Quercetum über. Nicht so extrem südseitige Trockenstandorte des Schweizer Jura (400–600 m) tragen Mischbestände des **Coronillo coronatae-Quercetum** (ELLENBERG-KLÖTZLI 72) mit Traubeneiche, Flaumeiche, Sommerlinde, Weißkiefer, Mehlbeere und Acer opalus. Reichlich Sträucher: Coronilla emerus, Sorbus torminalis, Pyrus-Arten. **CA.:** Anthericum ramosum, Asperula tinctoria, Carex humilis. Flaumeichenwälder bei Schaffhausen haben schon mehr subkontinentale Arten (Melampyrum cristatum, Cotoneaster integerrimus); Tendenz zum östlichen Dictamno-Quercetum. Eine spezielle Ausbildung im Französischen Jura und Kaiserstuhl ohne Lithospermum kennzeichnen Colutea arborescens und Laburnum anagyroides (Coronillo-emeri-Quercetum, FÖRSTER 68); Verbindung zum Buxo-Quercetum. Das thermophile **Felsenbirnengebüsch** (Cotoneastro integerrimi-Amelanchieretum ovalis, MOOR 79) des Schweizer Juras bildet den Waldmantel des Flaumeichenwaldes, kommt reliktisch auf Dolomit vor; Pioniergebüsche auf flachgründigen Felsstandorten. **CA.:** Cotoneaster tomentosus, Prunus mahaleb, auch Sorbus mougeotii, Laburnum anagyroides, Colutea arborescens, Rhamnus saxatilis.

3. Bodensaurer xerothermer Eichenmischwald

a) Subatlantischer Platterbsen-Mischwald (Lathyro nigris-Quercetum petraeae)

Im Schweizer Mittelland und Jura (500–700 m) werden submontan kalkarme, relativ tiefgründige Sonnseiten von Traubeneichen-Beständen mit Feldahorn (Acer opalus) besiedelt. Strauchreichtum: Cornus sanguinea, Ligustrum vulgare, Viburnum lantana. **CA.:** Lathyrus niger et vernus, Festuca heterophylla, Betonica officinalis. Kalkliebende Wärmezeiger fehlen bei mehr mesophilem Charakter. Kontakt zum Luzulo-Fagion.

b) Subkontinentaler thermophiler Schwalbenwurz-Eichenmischwald
(Vincetoxico hirundinariae-Quercetum, PASSARGE-HOFMANN 68, NEUHÄUSL-NEUHÄUSLOVÁ-NOVOTNÁ 79)

In sommerwarmen Randgebieten der subkontinentalen Trockenvegetation treten im Eichen-Hainbuchenwald-Gebiet auf schwach bodensauren durchlässigen Ranker-Braunerden an sonnseitigen Steilhängen geringwüchsige Traubeneichenwälder mit Elsbeere, Winterlinde (ohne Flaumeiche) und submediterranen Arten auf. Artenreiche Strauchschicht: Sorbus aria, Acer campestre. Artenkombination aus subxerophilen Flaumeichenwaldarten, Halbtrockenrassen und azidophilen Eichenwaldarten; Tanacetum corymbosum, Anthericum ramosum, Silene nutans, Genista tinctoria.

Im **Südosten** kommt mit Schwerpunkt das Viscario vulgaris-Quercetum vor. Auf Brandenburger Dünenstandorten stocken Stieleichenwälder mit Agrostis tenuis (Peucedano-Quercetum, PASSARGE-HOFMANN 68). Der Cytisus nigricans-Winterlinden-Eichenwald des Thüringer Schiefergebirges gehört hierher (SCHLÜTER 59), ebenso der thermophile Silikat-Eichenwald der Wachau (HÜBL-HOLZNER 77) mit Carex humilis, Peucedanum cervaria, Bupleurum falcatum. Das Anemono sylvestris-Quercetum (OBERDORFER 57), Kiefern-Stieleichen-Mischbestände, stellt ein grenznahes Relikt der kontinentalen Eichenwälder Osteuropas dar im Kontakt zum Peucedano-Pinetum. **CA.:** Peucedanum oreoselinum, Thalictrum minus, Viola hirta, Epipactis atrorubens, Cotoneaster integerrimus, Pulsatilla vulgaris, Carex humilis.

c) Subkontinentaler Fingerkraut-Eichenmischwald
(Potentillo albae-Quercetum, Abb. 89)

Relativ basenarme, trockene, meist ebene Standorte mit tiefgründigen, sandig-lehmigen, versauerten (Para-)Braunerden werden im Osten besiedelt. Trotz Verwandtschaft zum thermophi-

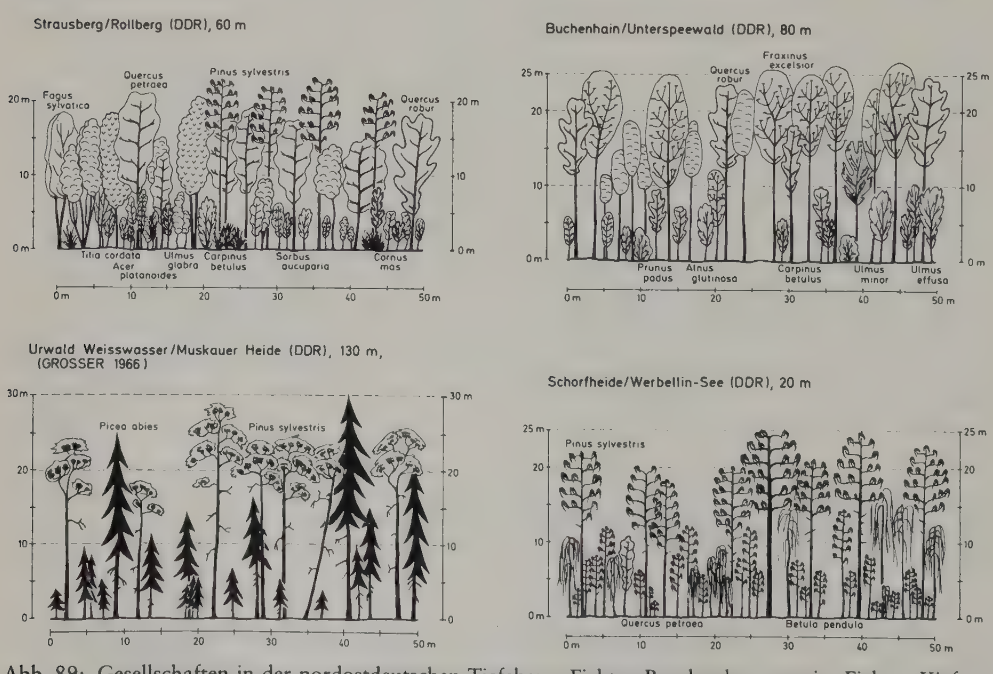


Abb. 89: Gesellschaften in der nordostdeutschen Tiefebene. Fichten-Randvorkommen im Fichten-Kiefern-Moorrandwald Weißwasser (GROSSER 66). Dünensand-Myrtillo-Pinetum in der Schorfheide; potentielles Querco-Pinetum. Potentillo albae-Quercetum im Naturschutzgebiet Strausberg. Pruno-Fraxinetum am Rand von Schwarzerlen-Bruchwäldern im Unterspreewald.

len Flaumeichen-Mischwald stocken relativ wüchsige bis klimaxnahe Eichen-Hochwald-Bestände auf tiefgründigeren Böden mit größerer Wasserhaltefähigkeit (MRÁZ 58). Gegenüber dem anschließenden Eichen-Hainbuchenwald können sich durch den noch etwas extremen Standort bei lockerem Bestandesschluß genügsame Lichtbaumarten und wärmeliebende Arten halten. Sicher nimmt durch Beweidung und Niederwaldbetrieb das Potentillo-Quercetum heute ein größeres Areal als natürlich ein. **B.**: Traubeneiche, Winterlinde, Elsbeere, Mehlbeere; **CA.**: Ranunculus polyanthemus, Vicia cassubica, Melica picta. Säurezeiger stet, Melampyrum pratense, Lathyrus niger, Silene nutans, Geranium sanguineum. Ferner Mainzer Trockengebiet (OBERDORFER 57), Maingebiet mit natürlichem Kiefernanteil (ZEIDLER-STRAUB 67). Die Gesellschaft ist in Ostdeutschland (PASSARGE 77) typisch ausgebildet mit 20 m hohen geradschaftigen Eichenbeständen (Scorzonera humilis, Peucedanum oreoselinum, Rubus saxatilis). Im kollinen Lößhügelland differenzieren Trifolium rubens und Sorbus torminalis. Böhmische Ausbildung (NEUHÄUSL-NEUHÄUSLOVÁ-NOVOTNÁ 69) auf schweren, stark austrocknenden Böden mit Festuca heterophylla, Lathyrus niger. Ähnlichen Gesellschaftsacharakter hat der Winterlinden-Eichenmischwald (Tilio cordatae-Quercetum, PASSARGE 53) auf bodensauren Parabraunerden mit Poa angustifolia, Carex pallescens und C. umbrosa; auch Naturschutzgebiet Strausberg (Carex ericetorum, Vicia cassubica, SCHLÜTER 55). Im sächsischen Lößhügelland (Calamagrostis arundinacea) schon mit Hainbuche, (MEUSEL 54, PASSARGE 53, SCAMONI 60).

III. Bodensaure Eichenmischwälder (Quercion robori-petraeae)

Den ausgeprägten mitteleuropäischen Übergangscharakter belegt die geographische Gliederung.

- **Subatlantischer** Birken-Eichenwald (Betulo-Quercetum) auf stark sauren, armen, stärker podsolierten Standorten, vom westeuropäischen Hauptareal im nordwestlichen Flachland und nach Westen ausklingend.
- **Zentraleuropäischer,** mäßig subkontinentaler Birken-Eichenwald im weiteren Sinne (Quercetum medioeuropaeum, Luzulo-Quercetum), der auf basenärmeren Braunerden relativ reich an Fagus sein kann (Fago-Quercetum).
- **Subkontinentaler** Kiefern-Eichenwald (Genisto- und Pino-Quercetum), der gegen Osten an das kontinentale Kiefernwaldgebiet anschließt.

1. Bodensaurer subatlantischer Eichen-Birkenwald

(Betulo-Quercetum, HARTMANN-JAHN 67, Abb. 86, 90)

Großflächig kommen in den kolloidarmen Sandgebieten Nordwestdeutschlands und als kleinflächigere Relikte auf basenarmen primären Silikat-Podsolen der Mittelgebirge (200–400/500 m, Hohes Venn bis 650 m, SCHWICKERATH 44, 53), geringwüchsige Birken-Stieleichenwälder im Hügelland mit Buche (Fago-Quercetum) vor. Auf reicheren, podsoligen Bänderbraunerden ist Traubeneiche von mittlerer Bonität und mäßiger Ausformung häufiger. Birke ist die Pionier- und Vorwaldbaumart, anthropogen meist dominierend, Stieleiche die Schlußbaumart. **S.**: Frangula alnus, Sorbus aucuparia, Ilex aquifolium. Azidophile artenarme Bodenvegetation, Quercion-**CA.**: Lonicera periclymenum, Teucrium scorodonia, Lathyrus montanus, Hypericum pulchrum, Cytisus scoparius, Galium harcynicum, Corydalis claviculata, Holcus mollis. Reichlich Säurezeiger: Pteridium aquilinum, Vaccinium vitis-idaea, Calluna vulgaris, Avenella flexuosa, Melampyrum pratense; **CA.**: Hieracium laevigatum, H. sabaudum, H. umbellatum. Reichlich säureertragende Moose: Polytrichum formosum, Hypnum cupressiforme, Pleurozium schreberi. Im süddeutschen Raum differenzieren noch Hieracium lachenalii, Convallaria majalis, Anthoxanthum odoratum, Viola riviniana. Der sehr geringwüchsige **Flechtenheide-Birken-Eichenwald** (cladonietosum) besiedelt flachgründige Extremstandorte. In der **wechselfeuchten-staunassen Untergesellschaft** (molinietosum, Abb. 90) bei Plateaulagen und Mulden (Misseböden) mit Staunässegleypodsolen

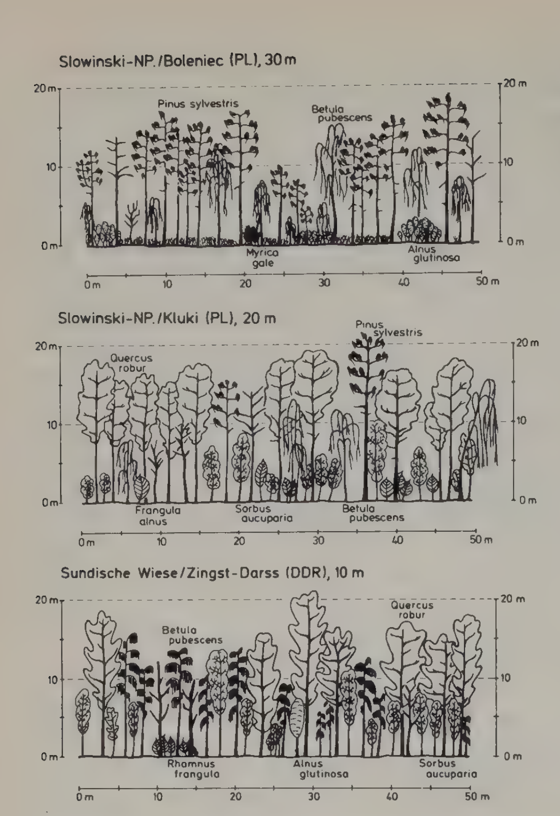


Abb. 90: Wälder des Baltischen Höhenrückens; Empetrum-Moorbirken-Kiefernwald mit Myrica gale (Boleniec). Molinia-Stieleichenwald (Kluki). Naturnaher Molinia-Moorbirken-Stieleichenwald (Darss.).

ist die Wuchsleistung von Traubeneiche (Gebirge) oder Stieleiche (Ebene), auch von Sand- und Moorbirke (Alnus glutinosa), mittel bis schwach besser. **DA.**: Frangula alnus, Molinia litoralis, Betula pubescens, Pteridium aquilinum, Holcus lanatus, Sphagnum girgensohnii (nur im Nordwesten Erica tetralix). Calamagrostis villosa-Subassoziation in der Lausitz (Passarge 1969). Viele Eichen-Birkenbestände des westlichen Mitteleuropas auf besseren Standorten sind durch Kahlschlag, Beweidung, Streunutzung oder extensivem Niederwaldbetrieb nach Degradation von bodensauren Buchen- oder Eichen-Buchenwäldern entstanden; Hauberge des Siegerlandes (Meisel-Jahn 55). Fast alle Bestände sind zum Querco-**Betuletum** degradiert; auf trockeneren Standorten gibt es im Nordwesten keine Naturbestände mehr (Heiden, Kiefernforste, Ackerflächen).

2. Subkontinentaler azidophiler Eichenwald

(Genisto germanicae-Quercion, Neuhäusl-Neuhäuslová-Novotná 67)

Der zum subatlantischen Quercion robori vikariierende Verband ist im Osten (Böhmen – mitteldeutsches Trockengebiet) verbreitet. **CA.**: Genista germanica, Cytisus nigricans, Platanthera bifolia, Silene nutans, Hieracium sabaudum, H. racemosum.

a) Typischer Hainsimsen-Sandbirken-Trauben-(Stiel-)Eichenwald

(Luzulo luzuloidis-Quercetum)

Die mittel- bis geringwüchsige Einheit siedelt in kollinen (–400 m) Lagen mit basenarmen, aber nicht extremen Sand- und Silikatböden. Noch relativ artenreich kennzeichnen Viola riviniana, Luzula campestris, wenige anspruchsvolle Laubwaldarten. Genista tinctoria-Ausbildung auf wärmeren und trockeneren Standorten (Viscaria vulgaris); vgl. Genisto-Quercetum, Husová 68 und Calamagrostio arundinaceae-Quercetum (Scamoni 61). Auf wechselfeuchten Pseudogley-

Böden charakterisieren den geringwüchsigen Pfeifengras-Birken-Stieleichenwald (Molinio arundinaceae-Quercetum): Frangula alnus, Betula pubescens.

b) Preiselbeer-Kiefern-Stieleichenwald

(Vaccinio vitis-idaeo-(Pino-)Quercetum; Oberdorfer 57)

Der sehr artenarme bodensaure, wenig produktive Eichenmischwald stockt in der westlichen Tschechoslowakei auf sehr stark sauren Sand in Kontakt zu Pinion-Gesellschaften. **CA.**: Pinus sylvestris, Dicranum polysetum, Cladonia-Arten. Subassoziationen mit Convallaria majalis und Calluna vulgaris (Sieglindia decumbens, Nardus stricta). In Ostbayern (300–600 m) prägen den azidophilen Sand-Stieleichenwald mit Birke, Aspe, Eberesche weitere Azidophile: Dicranum undulatum, Melampyrum pratense, Hieracium lachenalii, Trientalis europaea, Cytisus nigricans, Polygala chamaebuxus. Bodensaurer Kiefern-Stieleichenwald im Ostalpen-Vorfeld (Mayer 74). Kiefern-Traubeneichenwald mit Carex humilis (Hübl-Holzner 77) an den Steilflanken der Wachau.

3. Mitteleuropäischer bodensaurer Buchen-Eichenwald

(Fago-Quercetum, Abb. 84)

In Nordwestdeutschland wurde die Gesellschaft von Tüxen (37) zuerst als «Querceto sessiliflorae-Betuletum» beschrieben. Aus dem Münsterland und dem Aller-Leine-Gebiet haben Burrichter (73) und Dierschke (79) die Übergangsgesellschaft eindeutiger gefaßt.

Das Fago-Quercetum kommt beispielsweise auf nicht zu armen Talsand-Terrassen der Aller mit podsoliger, grobgebankter Parabraunerde ohne und mit Grundwassereinfluß vor; sehr arme Böden mit Eichen-Birkenwald. In der 20–25 m hohen Baumschicht herrscht Buche in geschlossenen Hallenbeständen auf grundwasserfreien, trockeneren Böden, und Quercus robur bei lockergestuftem Gefüge und Grundfeuchtigkeit vor. Hainbuche ist auf zu basenarmen Standorten nicht konkurrenzkräftig. Sporadisch Sandbirke und Eberesche. Lockere Strauchschicht: Frangula alnus, Ilex aquifolium. Azidophile Arten prägen die artenarme Krautschicht: Lonicera periclymenum, Avenella flexuosa, Holcus mollis, Maianthemum bifolium, Vaccinium myrtillus, Carex pilulifera, Mnium hornum. Ausbildungen: Reichere Milium effusum-Untergesellschaft leitet zum Stellario-Carpinetum über. Leucobryum glaucum-Einheit (Calluna vulgaris) an ausgeblasenen Standorten und wechselfrische Molinia coerulea-Subassoziation stehen im Kontakt zum Betulo-Quercetum. Das Fago-Quercetum violetosum rivinianae des Tieflandes kann vom luzuletosum luzuloidis des Berglandes unterschieden werden (Tüxen 56).

In der Nordeifel (Jahn 72) dominiert stetig Pteridium aquilinum, und es kennzeichnen Melampyrum pratense, Hypericum pulchrum, Teucrium scorodonia und mehrere Hieracium-Arten (laevigatum, sabaudum, umbellatum, tridentatum, lachenalii); Dänemark (Sissingh 70). Die meisten für eine Degradation anfälligen, labilen Standorte sind zu Eichen-Birkenbeständen geworden oder wurden in Kiefernforste umgewandelt.

C. Buchenwald (Abb. 91, 92)

Soziologisch-ökologisch sind sub- bis tiefmontan Gruppen zu unterscheiden (Tüxen 60);

○ Frischer	Kalkbuchenwald	Lathyro- und
○ Trockener		Cephalanthero-Fagion
○ Artenreicher Braunerde-Buchenwald		Melico- und Asperulo-Fagion
○ Bodensaurer Buchen- und Eichen-Buchenwald (Luzulo-Fagetum bzw. Querco-Fagetum)		

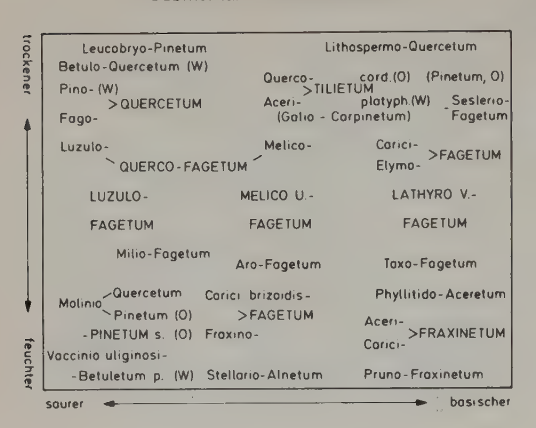


Abb. 91: Waldgesellschaftskomplex in der submontanen Buchenwaldstufe. Die klare Gliederung durch die standörtlichen Schlußwaldgesellschaften (Luzulo-, Melico- und Lathyro-Fagetum) besteht analog auf extremeren Standorten, Kiefern-Dauergesellschaften auf subkontinentale Standorte beschränkt.

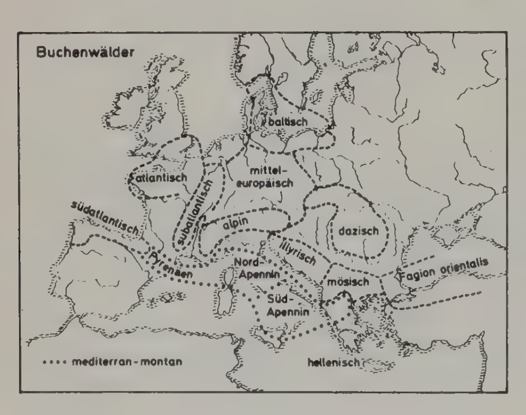


Abb. 92: Gliederung der europäischen Buchen-Wälder (vgl. OZENDA 79). Im Westen zeichnen sich ab: zentralatlantisch, südatlantisch und subatlantisch. In Mitteleuropa lassen sich begründet die baltischen (nördlichen) und die alpinen abtrennen. Trotz floristischer Unterschiede stehen sich dazische und karpatische Buchenwälder nahe. Mediterran-montane Buchenwälder mit geographischen Ausbildungen: Pyrenäen, Korsika, Apennin-Sizilien und Nordgriechenland.

I. Frischer sub- und tiefmontaner Kalkbuchenwald

(Lathyro verni-Fagion)

Auf kalkreichen, sub- bis tiefmontanen (über 200 m) Standorten stocken mesophile, artenreiche Buchenwälder, besonders in den südwestlichen Kalklandschaften, kleinflächig im nördlichen Mittelgebirge. Kalkholde Arten kennzeichnen: Lathyrus vernus, Hordelymus europaeus, Euphorbia amygdaloides, Lilium martagon, submontan auch Melica uniflora und Carpinion-Arten (Stellaria nemorum, Galium sylvaticum, Campanula trachelium); Trennarten zum montanen Dentario bulbiferae-Fagetum.

Gliederung des Kalkbuchenwaldes:

	Südwesten	Mitte	Südosten
tiefmontan	Dentario heptaphyllae (Abieti-)Fagetum	Dentario bulbiferae (Abieti-)Fagetum	Dentario enneaphyllidis (Abieti-)Fagetum
submontan	Pulmonario-Fagetum	Lathyro-Fagetum	Aposerido-Fagetum

Im Nordosten grenzt das Karpatische Dentario glandulosae-Fagetum an, im Nordwesten das subatlantische Elymo-Fagetum und am Nordostalpenrand das Aposerido-(Helleboro-)Fagetum.

Verbreitung: Alpenvorland, Jura (MOOR 52); Kreide-Kalk auf Rügen, baltische Jungmoräne; Mercuriali-Fagetum, PASSARGE-HOFMANN 68, Frankenjura (SEIBERT 68), auch Südschweden (PASSARGE 65), Westpolen (MATUSZKIEWICZ 73), Schwäbische Alb (MÜLLER et al. 74), Westpolen (MATUSZKIEWICZ 73). Die fundierte Ausscheidung von geographischen Rassen ist noch nicht möglich (OBERDORFER et al. 67; KARL-MAYER-ZUKRIGL 75).

1. Typischer frischer Kalkbuchenwald (Lathyro verni-Fagetum; HARTMANN-JAHN 67)

Auf mäßig frischen bis frischen Rendzinen (Kalksteinbraunlehmböden) stocken wüchsige (30–35/37 m), gutgeformte, ungestufte Hallenwälder mit eingesprengten Edellaubbäumen (Esche, Bergahorn; lokal Tanne), spärliche Sträucher (Lonicera xylosteum). Geophyten sind besonders bezeichnend: Anemone nemorosa, Arum maculatum; ferner Mercurialis perennis, Melica nutans, Carex sylvatica, Lathyrus vernus. Vor allem mesophile Mullbodenpflanzen: Galium odoratum, Polystichum aculeatum, Lamiastrum galeobdolon, Hedera helix. Einzelne Moderzeiger: Oxalis acetosella, Festuca altissima, Prenanthes purpurea. Durch die starke Laubproduktion fehlen Moose nahezu.

Untergliederung: Typische grasreiche, noch wüchsige Ausbildung mit Hordelymus europaeus, Bromus ramosus, Brachypodium sylvaticum auf warmen Standorten (Kalkesche), geringwüchsige Convallaria majalis-Einheit auf ausgehagerten Hängen, gutwüchsige Dryopteris filix-mas-Einheit auf steilen Mullrendzina-Schatthängen (HARTMANN-JAHN 67) mit Tilia platyphyllos und Dentaria enneaphyllos (Frankenalb, KÜNNE 69) oder mit Melampyrum pratensis (Luzula luzuloides) auf lehmiger versauerter Albüberdeckung (SEIBERT 68).

Geographische Differenzierung: Die im Vergleich zum illyrischen Mannigfaltigkeitszentrum weniger artenreichen Buchenwälder verarmen vom Schweizer Jura nach Norden floristisch und Tanne fällt aus. Die subatlantisch-mediterrane Daphne laureola fehlt schon im Schwäbischen Jura. Montane Arten (Lonicera alpigena, Veronica urticifolia) werden immer seltener. Im Nordwesten (Kalk-Eifer, RÜHL 60) bleibt bei sonst gleichem Gefüge auch Lathyrus vernus aus. Der Waldgersten-Buchenwald besiedelt im feuchten Weserbergland ausschließlich sonnseitige Lagen. Im niederschlagsärmeren Muschelkalkgebiet bestockt das Elymo-Fagetum nur schattseitige Muldenlagen. Der frische submontane Kalkbuchenwald, der in mäßig subozeanischem Klima als Schlußwald auf Kalkböden aller Expositionen großflächig verbreitet ist, wird an der Arealgrenze zu einer Spezialgesellschaft. Bei feuchterem Klima kann er sich nur an relativ trockenen, bei regenärmeren dagegen lediglich an feuchteren Orten halten. Ein typisches Beispiel für das «Gesetz der relativen Standortskonstanz» (WALTER 53, ELLENBERG 78).

Krautschichtfreier Kalkbuchenwald (Fagetum nudum, SLAVIKOVA 58). In der Optimal- bis Terminalphase können bei dichtem Bestandesschluß Verjüngung und Bodenvegetation unzureichend gedeihen.

Auf trockenerem Standort wird die Laubstreu nicht völlig abgebaut, so daß sich im Buchen-Tangelmoder kein Unterwuchs entwickeln kann.

2. Südwestlicher Kalk-Zahnwurz-Buchenwald
(Dentario heptaphyllae-Fagetum, ELLENBERG-KLÖTZLI 72; MOOR 52, MÜLLER 77)

Im Schweizer Mittelland, Schweizer Jura und im südlichen Oberrheingebiet ersetzt der Zahnwurz-Buchenwald auf analogen Standorten das Lathyro-Fagetum. Größerer Niederschlagsreichtum und höhere Vegetationszeitwärme differenzieren zu den nördlichen Dentaria bulbifera-Wäldern. Relativer Baumartenreichtum der straucharmen Hallenwälder. Buche, Bergahorn, Esche, lokal Tanne, Feld- und Spitzahorn. K.: Hordelymus europaeus, Galium odoratum, Prenanthes purpurea, Bromus benekenii. Die sommerlindenreiche Tieflagenausbildung (Tilio-

Fagetum) stockt auf schattseitigen Kalkschutthalden. Mosaikartiger Kleinstandort mit Phyllitis scolopendrium (Grobskelett), Gymnocarpium robertianum (Feinskelett), Primula elatior (höherer Tongehalt), Melittis melissophyllum (größere Bodenstabilität). Gegen das Lathyro-Fagetum grenzen subatlantische Elemente ab; Daphne laureola, Ilex aquifolium.

Submontaner Lungenkraut-Kalk-Buchenwald (Pulmonario officinalis-Fagetum, FREHNER 63): Im Südwesten, Tieflagen des Schweizer Juras (400–800 m), klingt das Lathyro-Fagetum aus und vikariierend tritt das Pulmonario-Fagetum an seiner Stelle. Zur Buche gesellen sich wärmeliebende Edellaubbäume (Winterlinde, Feldahorn) auch Bergahorn und Esche; vielfach sekundär Eichen-Hainbuchen-Mittelwald. Ilex und viel Hedera belegen die subatlantische Note, auch reichlich Esche und Bergahorn. Heute vielfach sekundärer Eichen-Hainbuchen-Mittelwald.

3. Nordwestlicher Waldgersten-Kalk-Buchenwald (Elymo-Fagetum)

In westlichen Gebirgen (HARTMANN-JAHN 67, JAHN 72) fehlt auf analogen submontanen Standorten Lathyrus vernus (auch Hepatica nobilis), so daß ein vikariierendes strauchreiches Elymo-Fagetum verarmt zum Perlgras-Buchenwald überleitet. Bei ähnlicher Artengarnitur differenzieren zu den Silikat-Buchenwäldern Hordelymus europaeus, Mercurialis perennis, Asperula odorata, Polygonatum multiflorum, Sanicula europaea, Höhenausbildung mit Polygonatum verticillatum, Dentaria bulbifera (WOLTER-DIERSCHKE 75).

II. Trockener submontaner Kalkbuchenwald (Cephalanthero-Fagion)

1. Trockener Orchideen-Seggen-Kalk-Steilhangbuchenwald
(Carici albae- oder Cephalanthero-Fagetum)

Submontan bis tiefmontan (Jura bis 600/800 m) an lokalklimatisch begünstigten, steileren Hanglagen auf Kalkstandorten beschränkt, ist bei den unterschiedlich entwickelten Moder-Rendzinen und Kalksteinbraunlehmen der wechseltrockene Wasserhaushalt entscheidend (MOLL 59); zeitweise trockenheitsbedingte Hemmung der Stickstoff-Mineralisierung (GRIMME 77). Die thermophilen Kalk-Buchenwälder sind mittelwüchsig (20–25 m), mäßig geformt und erreichen nur einen lockeren Schluß. Traubeneiche, Bergahorn, Sommerlinde, Spitzahorn (Mehlbeere) sind eingesprengt, Kalkesche truppweise, vereinzelt Eibe. Typischer strauchreicher Buchenwald (ROCHOW 51). Ligustrum vulgare, Lonicera xylosteum, Rosa arvensis, Viburnum lantana, Corylus avellana. Im Unterwuchs fallen trockenresistentere Gräser und Seggen auf: Carex digitata, flacca und montana; der Carex pilosa-Tieflagen-Buchenwald nimmt ebene und frischere Standorte ein. Charakteristische Orchideen: Cephalanthera damasonium, longifolia und rubra, sowie Epipactis helleborine und Neottia nidus-avis neben dem oft auffälligen Convallaria majalis. Ferner Campanula persicifolia, Melittis melissophyllum. Im Schweizer Jura: Helleborus foetidus, Ilex aquifolium.

Gliederung: In der Schweiz werden 15 Subassoziationen des Seggen-Trockenhang-Buchenwaldes (ELLENBERG-KLÖTZLI 72, MOOR 52) unterschieden. Oberflächlich entkalkte Carex montana-Einheiten (Luzulo-Fagion-Kontakt), Sesleria varia-Ausbildung leitet zum Seslerio-Fagetum über (MOOR 52), mit Buxus sempervirens und Lithospermum purpurocaeruleum, zu Eichenmischwäldern (KÜNNE 69). Wechselfeuchte Molinia litoralis-Einheit (Molinio-Pinetum). Für Südwestdeutschland hat OBERDORFER (57) geographische Rassen ausgeschieden. Subatlantische südliche Oberrhein-Rasse (Ilex aquifolium, Hedera helix, Dentaria heptaphylla) subkontinentale Rhein-Neckar-Rasse (Helleborus foetidus), submontane Albrasse (Prenanthes purpurea). Nach Norden werden Seggen-Buchwälder artenärmer und seltener (LOHMEYER 1955). Cephalanthera damasonium fehlt im Nordwesten ganz. Das Carici-Fagetum besiedelt an der nördlichen Arealgrenze (Göttinger Wald, RÜHL 62; GRIMME 77) steile, flachgründige Süd- und Westhänge, während es im Arealzentrum (Schweizer Jura) unabhängig von der Exposition auftritt (MOOR 72).

2. Kalk-Blaugras-Krüppelbuchenwald
(Seslerio variae-Fagetum, Carici-Fagetum seslerietosum)

Auf ausgeprägt wechseltrockenen, stark durchlässigen skelettreichen Hartkalk- und Dolomit-Standorten, meist windexponiert, kommen sub- bis hochmontan (–1200 m, Jura, Moor 52) geringwüchsig (10–15/20 m) krüppelige Buchenwälder vor, die den Seggen-Buchenwäldern nahestehen, aber nicht wärmeliebend sind. Sesleria varia bildet treppenartige, weithin deckende Grasdecken auf den Schutthängen; Carduus defloratus, Laserpitium latifolium; Aster bellidiastrum (dealpin). Den Anthericum ramosum-Blaugras-Buchenwald auf Sonnhängen (Moor 52) differenzieren trockene Kiefern- oder Laubmischwaldelemente; Helleborus foetidus, Polygonatum odoratum, Amelanchier ovalis; auf Schattseiten moosreiche Ausbildung mit Fichtenwaldarten; Orthilia secunda, Luzula sylvatica, Hylocomium splendens.

Standortwechsel im Areal: Am trockenen südlichen Harzrand zieht sich die Gesellschaft auf steile Schatthänge zurück (Meusel 39). In den westlicheren niederschlagsreicheren Kalk- und Dolomitbergen an der Werra und Weser findet man Blaugras-Buchenwälder auch an stark besonnten Hängen (Rühl 1960). Auch auf den Randhöhen des Schweizerischen Jura bleibt die Blaugras-Einheit auf Nordlagen beschränkt, während sie alpenferner (Moor 52) und im Fränkischen Jura (Kuhn 37, Oberdorfer 47) an Kalksteilhängen aller Himmelsrichtungen vorkommt (Ellenberg 78).

3. Kalk-Eiben-Steilhangwald (Taxo-Fagetum calamagrostietosum variae)

Der von Etter (47) und Moor (52) aus dem Schweizer Jura und dem Alpenvorland beschriebene montan-submontan (500–1300 m) Eiben-Steilhang-Buchenwald ist als Dauergesellschaft ein Spezialist wechseltrockener Mergelsteilhänge, steiler Molasse-Kuppen und rezenter Kalktuffbildungen und steht sowohl dem Seggen- als auch dem Blaugras-Buchenwald nahe. Die Buche von geringem (15–25 m) und vielfach krüppeligen Wuchs bildet nur eine lockere Oberschicht. Darunter bildet die meist locker verteilte Eibe (bis 300jährig, 15 m, 3,60 m ∅) eine zweite Baumschicht; auch sonnseitig ohne Überschirmung (Ellenberg 78). Verschiedene Ökotypen wahrscheinlich (Mayer 80). Kennzeichende Arten (Ellenberg-Klötzli 72): Rosa pendulina, Carex flacca, Galium odoratum, Bellidiastrum michelii, Centaurea montana, Carex montana.

Nach der postglazialen Einwanderung von Buche und Hainbuche wurde Eibe von den wüchsigeren Schlußwaldstandorten trotz großer Schattenfestigkeit abgedrängt (Averdiek 71). Der heutige Eibenanteil ist seit Jahrhunderten dezimiert durch die mittelalterlichen Eibenholzmonopole (Armbrüste, Lautenspäne, Schnitzereien), Ausrottung durch Fuhrleute (Pferdegift) und nicht zuletzt durch die Wildzunahme (starker Verbiß durch Rehe, Klötzli 65). Die Taxus-Inventur in der Schweiz (Leuthold 80) belegt nach 66 Jahren einen so starken Rückgang der Eibe, daß die nachkommende Generation praktisch ausfällt. Nur aktiver Schutz hilft (Mayer 81).

Nach der Analyse eibenreicher Waldgesellschaften Mitteldeutschlands (Hofmann 58) gedeiht Taxus baccata in trockeneren Kalkbuchenwäldern reichlich, auf bodensauren Standorten nur sporadisch.

Silikat-Eiben-Steilhang-Buchenwald (Taxo-Fagetum polypodietosum). Im Naturwaldreservat Freyensteiner Donauwald kommt auf steilen Granitabbrüchen mit spaltengründigen Rankerböden eine artenarme Silikat-Ausbildung vor. Heterogenes Artengefüge: Corylus, Polypodium vulgare, Prenanthes purpurea, Dryopteris filix-mas, Polytrichum formosum, auch Leucobryum glaucum. Geringwüchsige schlechtformige Dauergesellschaft mit Schutzwaldeigenschaft (Mayer 69, 74).

4. Kalk-Linden-Buchenwald (Tilio platyphylli-Fagetum)

Im Schweizer Jura (Moor 68, 72) und am Alpenrand (Mayer 74) besiedelt diese tiefmontane Pioniergesellschaft submontan bis tiefmontan (400–800 m) steile, sonnseitige, mäßig frische bis frische Schutthänge mit Rieselskelett. In den artenreichen reliktischen Buchenmischwald-Dauer-

gesellschaften treten neben mittelwüchsiger Buche Sommerlinde, lokal auch Edellaubbäume auf; häufig Mehlbeere. Efeu klettert bis in die Baumkronen. Artenreiche Strauchschicht: Corylus avellana, Ligustrum vulgare, Euonymus latifolia, lokal Staphylea pinnata. Neben Felsschutt- und Skelettzeigern (Polypodium vulgare, Polystichum aculeatum) reichlich Wärmezeiger (Cyclamen purpurascens, Vincetoxicum hirundinaria, Polygonatum odoratum, Campanula persicifolia, Anthericum ramosum, (Coronilla emerus), im Südwesten Helleborus foetidus; auch Prenanthes purpurea. Kontakt zum Aceri-Tilietum (Trepp 47).

In Böhmen (Moravec 77) analoge schattseitige Dauergesellschaft auf skelettreichen Basaltböden im trockenen Eichen-Hainbuchenwald-Gebiet. Geringwüchsiger Buchenwald mit Sommer- und Winterlinde sowie Stieleiche mit Lonicera xylosteum, Stellaria holostea, Galium sylvaticum, Convallaria majalis. Der Niederwaldbetrieb reichert wärmeliebende Arten an.

III. Submontaner Braunerde-Buchenwald (Eu-Fagion)

1. Typischer Perlgras-Buchenwald (Melico uniflorae-Fagetum, Abb. 93)

Die wüchsigsten Buchenwälder Mitteleuropas stocken submontan bis kollin (200–400/600 m) auf tiefgründigen, nachhaltig frischen, basenreichen Silikatbraunerden mit raschem Nährstoffumsatz (Grimme 77); auf typischen Klimaxstandorten meist gerodet. Die konkurrenzkräftige Buche (30–40 m, Wertholz) baut weitgehend reine, stufungsarme Hallenbestände auf, häufiger von Esche, Bergahorn seltener von Eiche begleitet. Mullbodenpflanzen sind neben Melica uniflora typisch: Anemone nemorosa, Athyrium filix-femina, Carex sylvatica, Dryopteris filix-mas, Galium odoratum, Hedera helix, Lamiastrum galeobdolon, Lysimachia nemorum, Milium effusum, Phyteuma spicatum, Polygonatum multiflorum.

Eine feucht-reiche Ausbildung (Allium ursinum, Arum maculatum) leitet zum Pulmonario officinalis-Fagetum (Frehner 63) über. Das Milio effusi-Fagetum (Frehner 63) auf schwach saurem Boden und die Luzula luzuloides-Einheit (Carex pilulifera, Polytrichum formosum) haben Verwandtschaft zum Moder-Buchenwald. In Dänemark stellarietosum holosteae et nemori (Sissingh 70). Eine Höhenform mit Prenanthes purpurea, Lonicera nigra, Polygonatum verticillatum steht dem Tannen-Buchenwald nahe, Tanne ist nicht mehr optimal entwickelt; Tannensterben, Frankenwald (Zeidler 53). Tieflagen-Ausbildung (Melico-Querco-Fagetum, Jahn 72, Matuszkiewicz 73) mit Carpinus betulus, Übergang zum Eichen-Hainbuchenwald. Beispiele von Saumgesellschaften (Passarge 80).

2. Vikariierende geographische Klimarassen

a) Perlgras-Buchenwald (Melico-Fagetum)

Weite Verbreitung und wenig differenzierte Artengarnitur erschweren den Üerblick. Neben der Südwestrasse (Oberdorfer 57) kommt die typische nordwestliche Rasse des Melico-Fagetums (Lonicera periclymenum) von Süddeutschland (Oberdorfer 57, Seibert 68) bis zu den Ardennen (Dethioux 69), Dänemark (Sissingh 70) vor und klingt im baltischen Buchenmischwald (Scamoni 54, 60, 67) von Dänemark bis Pommern aus. Im Naturschutzgebiet «Heilige Hallen»/ Mecklenburg bis 50 m hohe Buchen (Abb. 93).

b) Waldmeister-Buchenwald (Asperulo- bzw. Galio odorati-Fagetum, Mayer 64)

Im Süden (450–750 m, Seibert 68), zentralen bis östlichen Mitteleuropa fehlt Melica uniflora ganz oder teilweise in analogen Silikat-Buchenwädern. Auch im Nordosten tritt ein reich gegliedertes, standortsanaloges Asperulo-Fagetum an die Stelle (Scamoni 67). Ausbildungen mit Hordelymus europaeus, Sanicula, Brachypodium sylvaticum, Calamagrostis arundinacea, Festuca

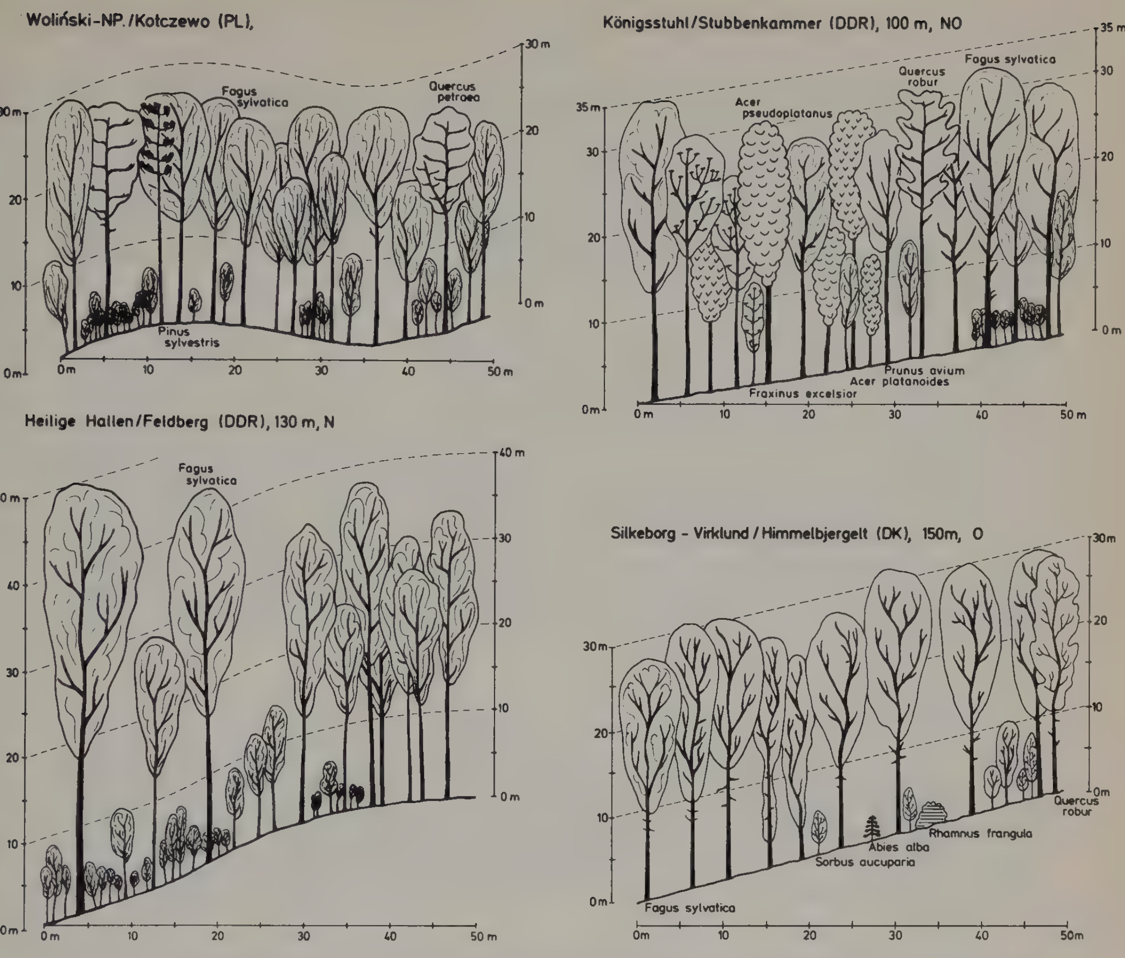


Abb. 93: Waldgesellschaften im baltischen Buchenmischwaldgebiet. Drahtschmielen-Traubeneichen-Buchenwald (Woliński). Wuchsoptimaler Traubeneichen-Buchenwald (40–50 m) mit Waldmeister (Feldberg, SCAMONI 56). Eschen-Buchenwald (Fraxino-Fagetum) auf muldigem Kalkstandort (Stachys sylvatica; Stubbenkammer). Typisches Melico-Fagetum mit Waldschwingel (Silkeborg).

altissima, Farnen, Poa nemoralis, Lamium galeobdolen, Festuca heterophylla. In der Ulmus glabra-Ausbildung (Lunaria rediviva) sind im Urwald Dobra (MAYER 71, MAYER-REIMOSER 78) innerhalb eines Jahres alle 35–40 m hohen Ulmen (20–30 fm/Stamm) abgestorben.

c) **Wimper-Seggen-Buchenwald** (Carici pilosae-Fagetum, OBERDORFER 57)

Bei ausgeprägtem, östlichem und subkontinentalem Schwerpunkt strahlt die Gesellschaft bis in die Nordost-Schweiz und nach Oberhessen (STREITZ 67) aus; Ost-Böhmen (MORAVEC 77).

d) **Subkontinentaler Eichen-Buchenwald** (Melico-Querco-Fagetum, MATUSZKIEWICZ 73)

Der nordöstlichen Rasse mit Quercus petraea, Carpinus betulus ist an ärmeren Standorten Pinus sylvestris beigemischt, in den Masuren auch Fichte; Böhmen-Mähren (MORAVEC 77); vgl. Thüringen, Carpino-Fagetum (HOFMANN 63).

3. Bodenfrische Buchenwälder

a) Farnreicher Buchen- und Buchenmischwald (Fagetum dryopteridetosum)

Im Braunerde-Buchenwald-Gebiet kennzeichnen vor allem im subatlantischen Nordwesten an muldigen und luftfeuchten Schatthängen (Braunerde-Sickergley) dichte Farnherden eine sehr wüchsige (30–40 m), gutgeformte Gesellschaft: Dryopteris dilatata, D. filix-mas, Athyrium filix-femina, Polystichum aculeatum, Thelypteris limbosperma, aber auch niedrige Farne wie Gymnocarpium dryopteris, G. phegopteris; Farnherde gedeihen nur dort, wo der Boden selten direkt von der Sonne getroffen wird (Hartmann-van Eimern-Jahn 59).

b) Bärenlauch-Buchenwald (Fagetum allietosum ursini)

Ihr Verbreitungszentrum hat die geophytenreiche Dauergesellschaft an steileren Schatthängen im niederschlagsreichen, nordwestdeutschen Bergland (Diemont 30). Entscheidende Standortsfaktoren: höhere Bodenfeuchtigkeit, jedoch keine Stau- oder Grundnässe, größerer Nährstoffreichtum des Oberbodens (auch Kalkstandort), ausgesprochen lockerer Mullboden. Edellaubbaumreiche Buchenwälder können sehr wüchsig sein (28–32 m); durch Hangkriechen säbelwüchsige Stammformen nicht selten. Geophyten-Trennarten: Corydalis cava, Leucojum vernum, Gagea lutea, Ranunculus ficaria; ferner frische Nitratzeiger: Stachys sylvatica, Impatiens noli-tangere, Circaea lutetiana, Urtica dioica. Die Gesellschaft bildet ein ausgesprochenes Äsungszentrum des Rehwildes (Klötzli 65).

c) Aronstab-Buchenwald (Aro maculati-Fagetum, Ellenberg-Klötzli 72)

In submontan- bis kollinen Hanglagen (400–800 m) der Nordschweiz auf mäßig vernäßten Braunerden ist die Einheit reich an Edellaubbäumen: Allium ursinum, Carex brizoides. Durch die frühere Mittelwaldwirtschaft entstanden Eichen-Hainbuchenwälder, in denen nach Überführung in Hochwald die Buche vital einwandert und sich stark ausbreitet. Besonders reich ist die wüchsige Ausbildung mit Corydalis cava, Anemone ranunculoides, Ranunculus ficaria, Pommern (Matuszkiewicz 73).

d) Frischer Eschen-Buchen-Mischwald (Fraxino-Fagetum, Abb. 93)

Im frischen bis mäßig grundfeuchten Buchenmischwald treten auf gleyartiger Braunerde zur Buche reichlich Esche (besonders als Pionier in der Verjüngungsphase), Stieleiche, Hainbuche, Bergahorn, Spitzahorn und Bergulme, so daß standörtlich alle Übergänge zum buchenreichen Eichen-Hainbuchenwald bestehen (Ellenberg 78). Unterschiedliche Bezeichnungen: Melico-Fagetum circaeetosum (Oberdorfer 57), Fraxino-Fagetum (Passarge 59, Passarge-Hofmann 68), Querco-Carpinetum elymetosum (Tüxen 37, Ellenberg 39). Vor allem Feuchtigkeitszeiger wie im Bärenlauch-Kalk-Buchenwald; Circaea lutetiana, Stachys sylvatica, Impatiens noli-tangere (besonders typisch), Stellaria nemorum, Veronica montana, Carex remota. Auch üppige Nitratzeiger wie Lysimachia nemorum, Geranium robertianum.

e) Seegras-Buchenwald (Carici brizoidis-Fagetum, Abb. 94)

Der Seegras-Buchenwald bildet einerseits eine nordschweizerische Klimarasse (Frehner 63), kommt andererseits als Feinlehm-Ausbildung (caricetosum brizoidis) des Melico- bzw. Asperulo- und Carici pilosae-Fagetum im Süden und Osten vor (Oberdorfer 57); fehlt im Nordwesten. Auf staunassen pseudovergleyten Lehmböden bildet das Seegras unter Laub- und Nadelbäumen ausgedehnte Herden, teilweise durch Mähen (Matratzenfüllung) gefördert.

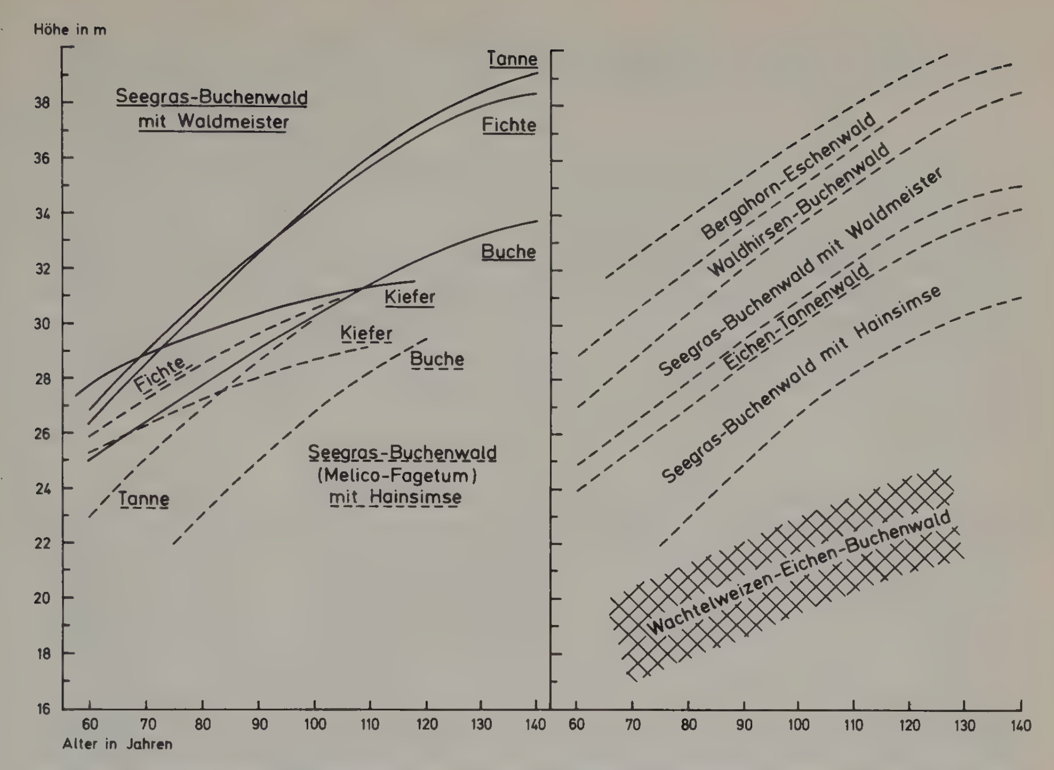


Abb. 94: Wuchsleistung von Baumarten und Waldgesellschaften im westlichen Aargauer Mittelland (FREHNER 63). Nach der Wuchsrelation sind im Seegras-Buchenwald die Nadelbäume vorwüchsig, Buche ist konkurrenztüchtiger. Kiefer kann sich nur durch Vorwüchsigkeit in der Jugend vorübergehend behaupten. Die Wuchsleistung (Oberhöhen-Bonitierung) stuft sich ausgeprägt ab: Aceri-Fraxinetum, Milio-Fagetum, Melico-Fagetum, Querco-Abietetum, Melampyro-Fagetum. Im Wachtelweizen-Buchenwald mit Weißmoos beträgt die Oberhöhe der Buche im Alter 100 nur 19,1 m.

4. Bodentrockenere Buchenwälder

a) **Winterlinden-Buchenwald** (Tilio cordatae-Fagetum, MORAVEC 77, Abb. 83)

Submontan (400–600 m) kommt auf mesotrophen Silikat-Braunerden des böhmischen Berglandes vornehmlich auf Schatthängen inselförmig die schattseitige Dauergesellschaft vor. Buche dominiert, unregelmäßig begleitet von Hainbuche, Winterlinde, Traubeneiche, Tanne (rückgängig). Wenig Fagion-Arten (Dentaria bulbifera, Actaea spicata, Prenanthes purpurea). **DA.**: Bromus benekenii, Vicia sylvatica, Campanula trachelium.

b) **Waldschwingel-Braunerde-Buchenwald** (Melico-Fagetum festucetosum altissimae)

Der schwach bodensaure, intermediäre Typ zwischen Mull- und Moder-Buchenwald tritt im Harz, Fichtelgebirge, im baltischen Jungmoränengebiet (SCAMONI 60), herzynischen Montangebiet, stets bei noch subatlantisch getöntem Klima auf. Bezeichnend sind große Herden und Horste von Festuca auf mächtigen Buchenlaub-Moderpaketen. Im Nordwesten größere Selbständigkeit (Festuco altissimae-Fagetum, FÖRSTER 81). Trotz großer biologischer Bodenaktivität (LÖTSCHERT 63) steht die Einheit nach dem sauren Auflagehumus dem Moder-Buchenwald nahe, zu dem die artenärmste Ausbildung mit Luzula luzuloides und Avenella flexuosa überleitet.

IV. Bodensaurer submontaner Buchen- und Eichen-Buchenwald

1. Charakterisierung des Moder-Buchenwaldes (Luzulo luzuloidis Fagion s. l.)

Der bodensaure (Eichen-)Buchenwald ist die oft landschaftsbeherrschende Waldform des mitteleuropäischen Tief- und Berglandes (Oberdorfer 57). Durch Kahlschläge und großflächige Fichten-Kiefern-Aufforstungen wurden die Silikat-Standorte wesentlich stärker umgewandelt als das Kalk-Buchenwald-Areal mit geringerer Eignung für den Fichtenanbau. Über basenarmen Silikatgesteinen (Granit, Sandstein, Molasse) entwickeln sich Moderbraunerden bis Podsol-Braunerden (-Parabraunerden). Bei ungestörtem Kreislauf genügen die geringen Basenvorräte, um echte Rohhumusbildung mit Podsolierung zu verhindern. Durch flache Intensivdurchwurzelung läßt die Wuchsleistung der Buche bei zeitweiser Austrocknung rascher nach als im Braunerde-Buchenwald.

Aufbau: Bei ausgeglichenem, frischem Wasserhaushalt bildet Buche wüchsige (28–32/35 m), geschlossene, straucharme Hallenwälder. Sporadisch submontan Quercus petraea et robur. Da Fagion-Arten weitgehend fehlen und Säurezeiger vorherrschen, wurde die systematische Stellung später erkannt (Hesmer 32): Avenella flexuosa, Vaccinium myrtillus, Carex pilulifera, Veronica officinalis, Pteridium aquilinum, Dicranella heteromalla, Polytrichum formosum, Mnium hornum; ferner Oxalis acetosella, Solidago virgaurea, Dryopteris carthusiana, Hieracium sylvaticum. Nur in besseren Varianten gelegentlich anspruchsvollere Arten wie: Anemone nemorosa, Moehringia trinervia, Milium effusum, Luzula pilosa, Atrichum undulatum.

Verbreitung: Hauptverbreitung im Mittelgebirge und angrenzenden Berg- und Hügelland (Harz, Tüxen 54, Thüringer Wald, Schlüter 59, Spessart, Oberdorfer 57, Schweizer Mittelland, Frehner 63). Auf kalkarmen Plateaulagen der NO-Schweiz sind die bodensauren Buchenwälder durch jahrhundertelange Niederwaldwirtschaft degradiert, so daß sie als Eichen-Birkenwälder angesprochen wurden (Quercetum medioeuropaeum, Braun-Blanquet 32, Betulo-Quercetum). Vergleichbar tragen viele potentielle Melico-Fagetum-Standorte heute Galio-Carpinetum-Bestände.

2. Typischer Hainsimsen-Traubeneichen-Buchenmischwald
(Luzulo-Querco-Fagetum, Hartmann 53, Abb. 83)

Natürlich ist die Traubeneiche sporadisch bis schwach beigemischt. Durch mittelwaldähnliche Behandlung wurde die Eiche im submontanen Luzulo-Fagetum-Gebiet dominierend (vgl. Spessart), wobei hohes Alter (400–600 Jahre), guter Wuchs (–35/40 m, bis 150 cm Ø) und ansprechende Form (Furnierholzqualität) erreicht werden. Wie das Naturwaldreservat Rohrbrunn im Spessart zeigt, geht die natürliche Entwicklung zum weitgehend reinen Buchenwald mit sporadischer Eiche (Lödl-Pitterle-Mayer 77).

a) Untergliederung des Luzulo-Querco-Fagetum (Melampyro-Fagetum)

Trotz uniformer Artengarnitur ist beim artenarmen, bodensauren Buchenwald der Komplex von Subassoziationen, Varianten und Ausbildungen je nach Exposition, Hangneigung und vor allem Wasserhaushalt ungemein vielfältig.

Mäßig frische bis trockene Ausbildungen: Reichere Milium effusum-Einheit an Schatthängen. Im niederschlagsreichen Luv mancher Mittelgebirge die Luzula sylvatica-Untergesellschaft; Calamagrostis arundinacea kennzeichnet oligotrophe Braunerden und entkalkte Lößlehmdecken an wärmeren Standorten (Oberdorfer 57, Richard 61, Hauff 37). Geringwüchsiger

(10–15 m, Niederwaldbetrieb) Vaccinium myrtillus-Grenzertragsstandort bei natürlicher oder künstlicher Standortsdegradierung auf sonnseitigen, windexponierten Rücken und Oberhängen (Braunerde-Podsol; OBERDORFER 57). Eichenreicher Leucobryum glaucum-Degradations-Typ auf Köpfen, auch mit Calluna und Cladonia, im Übergang zum Fago-Quercetum und Betulo-Quercetum; Bodenschutzwald.

Frische bis feuchte Ausbildungen: Sehr wuchsgünstiger (30–40/45 m, Wertholzproduktion) hangfrischer Farntyp (Gymnocarpium dryopteris, Thelypteris phegopteris, Dryopteris carthusiana, Equisetum sylvaticum) Stieleichen-Buchenwald auf podsoligen Gleyböden mit Verwandtschaft zum Erlenbruchwald: Betula pubescens, Alnus glutinosa, Scutellaria galericulata, Osmund regalis. Die wechselfrische bis staufeuchte Pteridium aquilinum-Molinia caerulea-Ausbildung entstand vielfach sekundär nach Streunutzung (Mahd) und Waldweide. Auf vergleyten Lößlehmstandorten im Süden und Osten der Carex brizoides Stieleichen-Buchen-Mischwald. Fichte wächst nur in der ersten Generation gut bei größerer Labilität gegen Wind und Insekten (MAYER 72).

b) Höhenstufen und geographische Differenzierung (Abb. 79)

Submontan-kolliner Hainsimsen-(Wachtelweizen)Traubeneichen-Buchen-Mischwald (Luzulo-Querco-Fagetum; Melampyro-Fagetum, OBERDORFER 57) im Kontakt zum kollinen bodensauren Eichenwald (Luzulo-Quercetum; Fago-Quercetum).

Tiefmontan-submontaner Hainsimsen-Buchenwald, Luzulo-Fagetum s.str. ohne Traubeneiche und montane Nadelbäume.

Montaner Hainsimsen-Buchen-Bergwald, Luzulo-Fagetum montanum, wenn Tanne oder Fichte arealgeographisch fehlen. Die montanen Buchenwälder sind durch das Ausklingen der Nadelbäume gegen Norden und Westen unterschiedlich zusammengesetzt; z.B. Sudeten 400–1000 m mit montanen Arten wie Prenanthes purpurea, Polygonatum verticillatum, Senecio fuchsii, Sambucus racemosa; Abb. 86).

Buchenwald im Norden und Westen.

Tannen-Buchenwald, Schweizer Jura, Vogesen, Schwarzwald.

Fichten-Buchenwald, Harz, teilweise Sudeten.

Fichten-Tannen-Buchenwald, z.B. Schwarzwald, Herzynische Gebirge, Frankenwald.

Kiefern-Ausbildung im Schwarzwald und in den Sudeten, dort auch Lärchen.

c) Differenzierung in vikariierende Rassen

Trotz physiognomischer Einheitlichkeit der artenarmen Moder-Buchenwälder lassen Baumartengefüge und begrenztes Areal von Luzula luzuloides eine deutliche Gliederung zu.

- **Mitteleuropäischer,** typischer bodensaurer Buchenwald (Luzulo luzuloidis-Querco-Fagetum).
- **Südwestliches,** feuchteres Luzulo sylvaticae-Fagetum (Schweizer Mittelland, Jura; ELLENBERG-KLÖTZLI 72).
- **Südwestlicher** Schneehainsimsen-Buchenwald (Luzulo niveae-Fagetum), nordwestlicher Alpenrand, zum Teil Luzula luzuloides noch vorhanden.
- **Östlicher,** bodensaurer Buchenwald in Nordwest-Polen (Luzulo pilosae-Fagetum, MATUSZKIEWICZ 73, ehemals Trientali-Fagetum, auch Süd-Skandinavien.
- **Nördlicher,** bodensaurer Buchenwald im Norden und Nordosten (Avenello-Fagetum)

Untergliederung des Luzulo-Querco-Fagetum in Rassen (Südwestdeutschland, OBERDORFER 57). Subatlantische Schwarzwald-Rasse (Ilex aquifolium, Castanea, Hypericum pulchrum, Lonicera periclymenum), auch Vogesen (TIMBAL 73). Pfalz-Odenwald (ohne subatlantische Arten und Tanne). Rhein-Neckar artenreich im Löß-Hügelland (Carex umbrosa). Jura (300–700 m) mit montanen Arten (Prenanthes purpurea, Festuca altissima).

Im Südosten und herzynischen Osten (150–550 m; Erzgebirge) mit regionaler Kiefernbeimischung tritt Calamagrostis arundinacea stark hervor, die im Südwesten (Schwarzwald, Pfälzer

Wald) zurücktritt und im Nordwesten fehlt bei Auftreten von Ilex (bis Lüneburger Heide). In planaren Tieflagen differenzieren Eichenwaldarten (Melampyrum pratense), montan Calamagrostis arundinacea, Poa chaixii (Prenanthes purpurea).

3. Südwestlicher Waldhainsimsen-Buchenwald
(Luzulo sylvaticae-Fagetum, Ellenberg-Klötzli 72)

Im niederschlagsreichen, subatlantischen Südwesten (Schweiz) siedeln auf frischen Moderbraunerden (400–1000 m) Buchenwälder mit Luzula sylvatica (L. luzuloides), Vaccinium myrtillus, Polytrichum formosum, ferner Galium odoratum, Veronica officinalis, Dicranum scoparium, Hylocomium splendens. Kolline Ausbildungen sind durch jahrhundertelangen Niederwaldbetrieb zum Eichen-Krüppelwald degradiert (Eichen-Birkenwald, Braun-Blanquet 32). Die submontane Leucobryum glaucum-Untergesellschaft mit Pinus sylvestris, Quercus petraea (Vaccinium myrtillus) auf verhagerten Oberhängen ist durch extreme Verlustlage (Fallaub-Verwehung und Auswaschung) geringwüchsig.

4. Westlicher Flattergras-Buchenwald (Milio-Fagetum)

Im Südwesten (Schweiz, Frehner 63; Ellenberg-Klötzli 72) und im nordwestdeutschen Pleistozän (Trautmann 69, Burrichter-Wittig 77, Jahn 79). Auf weniger bodensauren, nachhaltig frischen bis pseudovergleyten, mittelbasenhaltigen Braunerden wird das Luzulo-Fagetum kollin-submontan vom Flattergras-Buchenwald abgelöst, der im Übergang zum artenreichen Melico- bzw. Galio odorati-Fagetum intermediäre Standorte besiedelt. Zum Luzulo-Fagetum differenzieren im Nordwesten Milium effusum, Oxalis acetosella, Polygonatum multiflorum, Carex remota, Maianthemum bifolium. In der Schweiz können auf den wesentlich basenreicheren, schattseitigen Standorten (400–1000 m) mit montanem Charakter Fichte und Tanne nachhaltig mit Buche konkurrieren; Bergahorn, Esche, Carex sylvatica, Galium odoratum, Lysimachia nemorum, auch Carex brizoides, Carex pilosa, Festuca altissima.

5. Nördlicher und östlicher Drahtschmielen-Buchenwald
(Avenello flexuosae-Fagetum, Passarge-Hofmann 68, Abb. 93)

Weit verbreitet außerhalb des Luzula luzuloides-Areals im Nordwesten (Jahn 80), Nordosten (Passarge-Hofmann 68, Baltischer Buchen-Mischwald) und Osten (Masuren, Matuszkiewicz 73, Lausitz, Klix-Krausch 58) und Südskandinavien. Im nordwestdeutschen Pleistozän Buche, Traubeneiche, Eberesche, Birke, Stechpalme und Faulbaum. Artenarme Kraut- und Moosschicht mit Carex pilulifera, Polytrichum formosum, Dicranella heteromalla, Mnium hornum, Dryopteris carthusiana, Galium harcynicum, Leucobryum glaucum-Ausbildung. In Jütland (Passarge 66) auf podsolierten Sandstandorten ein Myrtillo-Fagetum.

Nordwestdeutsche Buchenwälder. Im norddeutschen Pleistozän spielt die Buche in der potentiellen Bewaldung auch auf bodensauren Standorten eine dominierende Rolle (Fago-Quercetum, Milio- und Avenello-Fagetum). Vom Weißmoos-(Buche dgz 5,2), Drahtschmielen- (dgz 7,1) zum Flattergras-Buchenwald (dgz 7,3) ist die Eiche der Buche etwa um eine Ertragsklasse unterlegen, wobei die Wuchsrelation mit zunehmender Standortsgüte für die Eiche ungünstiger wird. Im Vergleich zum südlichen Mitteleuropa überrascht das, wenn auch geringwüchsige Gedeihen der Buche auf sauren Rohhumusböden und/oder ausgeprägter Pseudo-Vergleyung im subatlantischen Bereich. Die extrem bodensauren Standorte haben eine relativ geringere Resistenz gegenüber anthropogenem Einfluß (Niederwaldbetrieb, Rodung, Waldweide, Brandkultur, Plaggennutzung, Viehfütterung mit Laubheu, Holznutzung (Jahn 79), so daß im niedersächsischen Staatswald (Otto 72) 75% der Buchenfläche verloren gingen.

6. Östlicher Hainsimsen-Buchenwald
(Luzulo pilosae-Fagetum, MATUSZKIEWICZ 73)

Der kolline, artenarme Moderhumus-Buchenwald kommt in Nord- und West-Polen (früher Trientali-Fagetum) in der baltischen Jungmoräne Pommerns vor. Kenn- und Trennarten: Carex pilulifera, Luzula multiflora, Carex digitata, Trientalis europaea, Hieracium laevigatum, Monotropa hypopitys, Lycopodium annotinum (vereinzelt Avenella flexuosa); auch in Jütland (PASSARGE 66) und Süd-Skandinavien.

V. Montaner außeralpiner Buchen- und Tannen-Buchenwald (Abb. 95)

In den Mittelgebirgen treten Tanne und ausgeprägter Fichte unregelmäßig auf, so daß auf analogen Standorten reine Buchenwälder oder Tannen-Buchenwälder stocken. Ein gut abgegrenztes Abieti-Fagetum-Areal mit einer stabilen Mischwaldgesellschaft wie in den Alpen existiert nur lokal (Schwarzwald, Bayerischer Wald, Sudeten), so daß der Tannen-Buchenwald vielfach als Höhenausbildung (Variante, Subassoziation) des Fagetums aufgefaßt wird.

Höhenverbreitung von Tannen-Buchenwäldern

Sudeten	500–1000 m	Östl. Schwarzwald	500– 900 m
Bayerischer Wald	700–1100 m	Vogesen	500–1000 m
Schwäbische Alb	600–1000 m	Schweizer Jura	1000–1300 m

Gegen Westen und Norden sinken die Höhengrenzen; Alpen zwischen 700–1400 m. Wenn auch die standörtliche und floristische Mannigfaltigkeit wie in den Alpen (MAYER 74, ZUKRIGL 73) nicht mehr erreicht wird, sind die edaphischen, lokalklimatischen und regionalen Unterschiede beachtlich.

1. Montaner bodensaurer Hainsimsen-Buchen- und Buchen-Tannenwald (Luzulo-Fagion, HARTMANN 74, Abb. 83)

Die dominierende Gruppe kennzeichnen im Süden: Prenanthes purpurea, Galium rotundifolium; Calamagrostis arundinacea im Osten; im Westen: Ilex aquifolium, Sarothamnus scoparius, Teucrium scorodonia; Buche ohne Nadelbäume.

Abb. 95: In der montanen Buchen- und Tannen-Buchenwaldstufe spiegelt sich die submontane Gesellschaftsgliederung wider, wobei durch das wechselnde Auftreten von Tanne, Fichte und Kiefer sowie Edellaubbäumen ein regional wie lokal differenzierter Gesellschaftskomplex entsteht.

a) Montaner nordwestlicher Hainsimsen-Buchenwald
(Luzulo luzuloidis-Fagetum montanum)

In den subatlantischen Mittelgebirgen ist die Gesellschaft vor allem auf Buntsandstein weit verbreitet; 300–700 m; Harz-Rheinisches Schiefergebirge. Auf Hängen und Rücken mit Podsol-Braunerden schwankt die Wüchsigkeit der weitgehend reinen Buchenwälder stark. **CA.**: Maianthemum bifolium, Hieracium sylvaticum, Avenella flexuosa, Vaccinium myrtillus. Ausbildungen mit Calamagrostis arundinacea (sonnseitig), Athyrium filix-femina (frisch), Luzula sylvatica (skelettreich), Leucobryum glaucum (sehr arm und trocken). Während im südlichen Mitteleuropa Luzulo-(Querco-)Fagetum und Luzulo-Fagetum gut zu trennen sind, gehen gegen Norden die Einheiten fließend ineinander über (Oberdorfer 57).

b) Hainsimsen-Tannen-Buchenwald (Luzulo luzuloidis-(Abieti-)Fagetum, Abb. 85, 96)

Vom subkontinentalen Osten (Bayerischer Wald, 650–900 m) bis zum subatlantischen Südwesten (Schwarzwald 650–1000/1250 m) tritt Calamagrostis weitgehend zurück. Artenarme bodensaure Vegetation mit Avenella flexuosa, Maianthemum bifolium. Reiche Gliederung mit Farnen; Thelypteris limbosperma (Schwarzwald), Festuca altissima (Vogesen), Polygonatum verticillatum. Im Westen differenzieren Ilex aquifolium, Luzula sylvatica, besonders häufig im Kontakt mit dem Aceri-Fagetum, das im Osten ausklingt bzw. fehlt (Oberdorfer 57).

c) Waldhainsimsen-Tannen-Buchenwald
(Abieti-Fagetum luzuletosum sylvaticae; Ellenberg-Klötzli 72)

Montan (1000–1300 m) selten im niederschlagsreichen, subatlantischen Schweizer Jura auf schattseitigen versauerten Hängen ein Tannen-Buchenwald (Fichte); Sanicula europaea, Veronica urticifolia, Hylocomium splendens.

d) Subkontinentaler Waldreitgras-Tannen-Buchenwald
(Calamagrostio arundinaceae [Abieti-]Fagetum)

Im östlichen und südöstlichen Mitteleuropa (Riesengebirge 400–1000 m) dominiert Calamagrostis arundinacea (Poa chaixii, Maianthemum bifolium), auf frischen Podsol-Braunerden in wüchsigen Beständen. Im Nordwesten ohne Tanne (Sauerland).

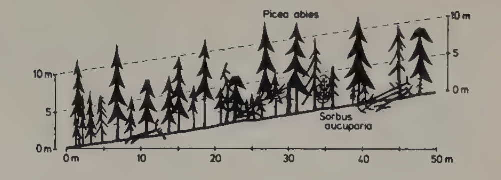
2. Montaner Braunerde-Buchen- und Tannen-Buchenwald
(Dentario-Fagion, Hartmann 72)

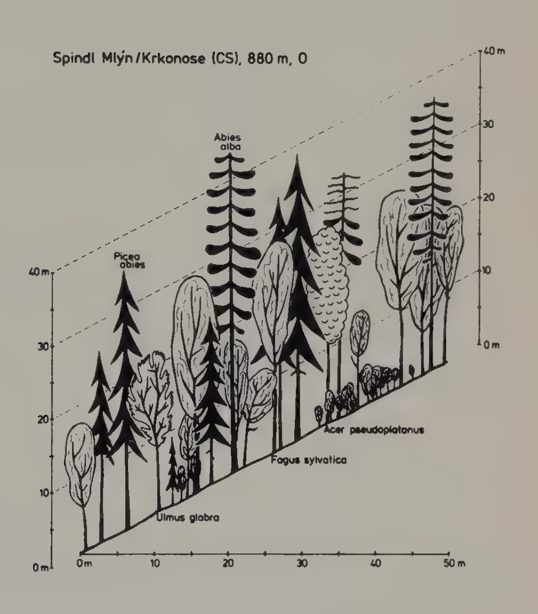
a) Neunblatt-Zahnwurz-(Tannen-)Buchenwald
(Dentario enneaphyllidis-[Abieti]Fagetum)

In den subkontinental beeinflußten östlichen und südöstlichen Mittelgebirgen (500–1000/1200 m) stocken auf reicheren, frischen Silikat-Verwitterungsböden Tannen-Buchenwälder mit guter Wuchsleistung; Dentaria bulbifera, Prenanthes purpurea. Feuchte Impatiens-, edellaubbaumreiche Corydalis cava- und verarmte Festuca altissima-Ausbildung. Drei Sudeten-Rassen (Matuszkiewicz 73). Das Violo reichenbachianae-Fagetum im böhmischen Erzgebirge ist eine Vikariante (Moravec 77) im Kontakt mit dem submontanen Melico-Fagetum.

b) Zwiebel-Zahnwurz-Buchenwald (Dentario bulbiferae-Fagetum)

Vikariierend tritt in den subatlantisch beeinflußten Mittelgebirgen (Harz-Eifel, 600–1000 m) die montane (submontane), wüchsige, oft edellaubbaumreiche (Bergahorn, Esche, Bergulme)





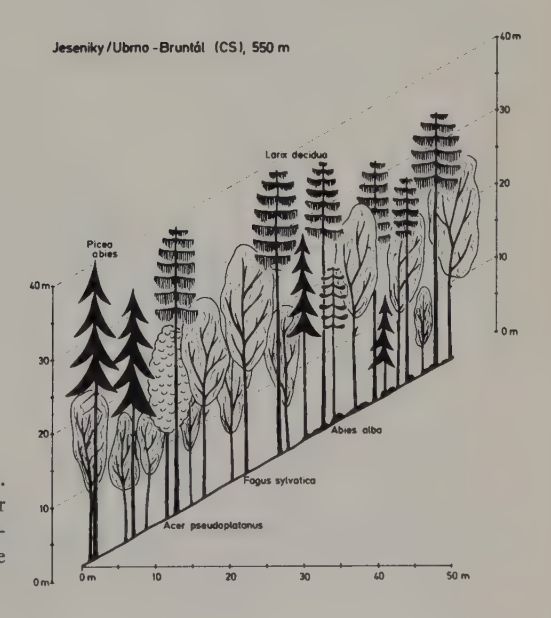


Abb. 96: Wälder im Riesen- und Altvatergebirge. Stark durch Rauhreif geschädigter, waldgrenznaher Fichtenwald (1250 m). Montaner wüchsiger Fichten-Tannen-Buchenwald (Spindelmühle). Sudetenlärche im submontanen Buchenwald (Brunntal).

Waldgesellschaft auf nährstoffreichen Silikat-Braunerden auf. K.: Galium odoratum, Polygonatum verticillatum, Lamiastrum galeobdolon, Mercurialis perennis, Hordelymus europaeus, Milium effusum. Ärmere Luzula luzuloides-, reichere Arum maculatum-, Impatiens noli-tangere- und Farn-Schatthang-Ausbildung (Athyrium filix-femina, Gymnocarpium dryopteris). Bei stärker subkontinentalem Klima sowohl Festuca altissima (Blockstandort)- und Calamagrostis arundinacea-Einheit mit Abies alba.

c) **Waldmeister-Tannen-Buchenwald** (Asperulo-Abieti-Fagetum, Abb. 86)

Im subatlantischen Südwesten (Vogesen, Schwarzwald) fehlen Dentaria-Arten weitgehend und die artenreiche Waldmeister-Einheit tritt an ihre Stelle mit besonders feuchten Subassoziationen (Impatiens, Farne).

3. Montaner Karbonat-Tannen-Buchenwald

a) Platterbsen-Tannen-Buchenwald der Südwestalb
(OBERDORFER 57, Lathyro verni-Abieti-Fagetum)

Geologisch bedingt treten Karbonat-Bergmischwälder zurück. Im SW noch flächiger verbreitet, gibt es im herzynischen Gebirgsraum nur noch Inseln. Verarmt besiedelt das Lathyro-Fagetum warm-trockenere (Carex alba) bis frische (Corydalis, Esche) Hanglagen mit montanen Arten: Prenanthes purpurea, Polygonatum verticillatum. Auf dem Alb-Plateau über dem Abieti-Fagetum stockt ein montanes Elymo-Fagetum, in dem die Tanne nicht mehr konkurrenzfähig ist.

b) Zahnwurz-Tannen-Buchenwald des Schweizer Jura
(MOOR 52, Dentario heptaphyllae-Abieti-Fagetum; ELLENBERG-KLÖTZLI 72, Abb. 97)

Im relativ niederschlagsreichen Schweizer Alpenvorland und Jura kennzeichnen Cardamine heptaphylla et polyphylla sowie Potentilla sterilis auf frischen kalkreichen Böden die hochmontane (1000–1400 m) Klimaxgesellschaft mit Buche, Tanne, Bergahorn, K.: Adenostyles alliariae (A. glabra), Hordelymus, Asperula, Valeriana versifolia, auch Aruncus dioicus, Petasites albus; teilweise sehr farnreich (Polystichum aculeatum).

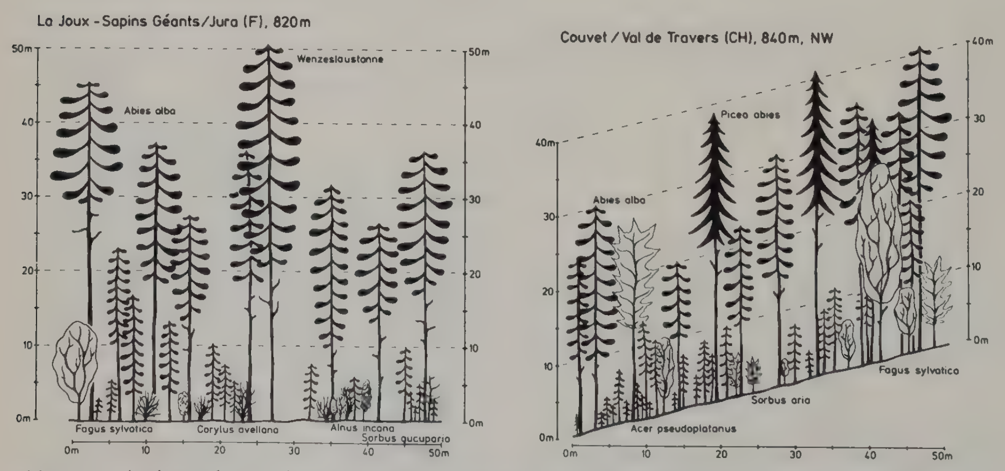


Abb. 97: Subatlantischer (Fichten-)Tannen-Buchenwald. Fagus-Variante auf verbraunter Rendzina im typischen Plenterwaldgebiet (Couvet/Schweizer Jura). Sehr wüchsiges Abietetum mit Buche im Nebenbestand auf Kalksteinbraunlehm im Französischen Jura.

4. Hochmontaner Buchen-(Tannen-)Fichten-Bergmischwald
(Fago-Piceetum, Hartmann 72)

a) Subkontinentaler Hochlagen-Buchen-Fichten-Mischwald
(Luzulo-Fago-Piceetum)

In östlichen und südöstlichen Mittelgebirgen (700–1180 m) dominieren im Fichten- und Tannen-Buchenwald-Kontaktbereich Nadelbäume bei kleinstandörtlich stark wechselnder Baumartenkombination. Frische basenreiche Standorte begünstigen die Buche. Regional (Schwarzwald, 1000–1250 m) ist Tanne eine Mischbaumart (Oberdorfer 57).

b) Subatlantischer Buchen-Fichten-Mischwald (Galio harcynici-Fago-Piceetum)

Im Harz (600–800 m) fehlen Tannen, Homogyne alpina, Adenostyles alliariae. Spezifische Trennarten: Trientalis europaea, sowie Lophozia lycopodioides et floerkei. Die wüchsigen natürlichen Fichten-Provenienzen wurden großflächig durch weniger leistungsfähige, schneebruchanfälligere Herkünfte ersetzt; extrem geschält.

VI. Bergahorn-Buchenwald (Aceri-Fagetum)

1. Subalpiner Hochstauden-Bergahorn-Buchenwald
(Aceri-Fagetum adenostyletosum alliariae, Abb. 86, 89)

In schneereichen südwestlichen Gebirgslagen bilden Bergahorn und Buche die oberste Waldzone und Waldgrenze, da immergrüne Nadelbäume in der Verjüngungsphase durch Schneeschimmel ausfallen (Mayer 76); Südwesten 100–1500 m (Bartsch 40, Moor 52, Ellenberg-Klötzli 72, Issler 42); verarmt im Riesengebirge. Die Klimaxgesellschaft besiedelt reiche, biologisch hochaktive, sickerfeuchte Hangschutt-Böden auf Schattseiten. Durch Schneeschub entstehen säbelwüchsige Bestände (15–20 m) mit reichlichen Flechten. Fichte und Tanne wenig vital. Üppige Entwicklung der Hochstauden (Moor 52): Rumex alpestris, Cicerbita alpina, Anthriscus sylvestris var. alpestris, Veratrum album, Thalictrum aquilegiifolium, Aruncus dioicus. Reichlich nitrophile Arten: Ranunuculus aconitifolius, Heracleum montanum, Ranunculus lanuginosus, Petasites albus, Adenostyles alliariae, typisch auch Athyrium distentifolium. Reiche Gesellschaftsgliederung im südwestlichen Verbreitungszentrum (Moor 70). Gegen Osten wird im herzynischen Gebirge das Aceri-Fagetum vom Fichtenwald abgelöst.

2. Montaner Bergahorn-Buchenwald (Aceri-Fagetum petasitetosum)

Von Südwesten gegen Nordosten verarmt der Bergahorn-Buchenwald an Hochstauden, er wird gegen Feuchtigkeit anspruchsvoller und immer mehr zu einer kleinflächigen Dauergesellschaft auf nährstoffreichen Hangsickergleyen und dauerfeuchten Schuttböden; Böhmerwald 700–1200 m, Sudeten mit Doronicum austriacum. Die Einheit mit Petasites albus, Chaerophyllum hirsutum, Impatiens noli-tangere, Athyrium filix-femina zeigt guten Wuchs bei Buche, Bergahorn und Bergulme; im Osten auch Tanne und Fichte; Bärlauch-Bergahorn-Buchenwald (Moor 70).

3. Gebirgsweiden-Gesellschaft
(Aceri pseudoplatani-Salicetum appendiculatae, Oberdorfer 57)

Im Hochschwarzwald kommt an der Waldgrenze als Saumgesellschaft und in Lawinenbahnen als Eiszeitrelikt diese hochstaudenreiche Gesellschaft vor, lokal auch mit Alnus viridis (Willmanns 77); Adenostyles alliariae, Cicerbita alpina, Crepis blattarioides, Campanula latifolia.

D. Fichtenwälder (Abb. 86, 89)

Verbreitung (Hartmann-Jahn 67, Jahn 77): Natürliche Silikat-Fichtenwälder sind auf die herzynischen Mittelgebirge, Harz und Schwarzwald beschränkt. Weiter nördlich und westlich kommt die Fichte nur noch auf moornahen Extremstandorten vor; Lausitzer Heide (Grosser 56), Harzvorland (Schroeder 73), nordwestdeutsche Weserstandorte (Firbas 52). Die Fichtenwaldhöhenstufe schrumpft von Osten (Sudeten 900–1400 m) gegen Westen; im Erzgebirge nur auf der Gipfelkalotte, im Thüringer Wald nur noch auf Sonderstandorten, da die Vegetationszeittemperatur abnimmt bei steigenden Niederschlägen. Durch den Mittelgebirgscharakter ohne Steilstandorte sind auf den gealterten Silikatböden die Fichtenwälder soziologisch sehr artenarm. Baumschicht nur Fichte und Sorbus aucuparia var. glabrata. Alpine Arten: Lonicera nigra, Rosa pendulina fehlen. In der sehr artenarmen Bodenvegetation ist Trientalis europaea bezeichnend. Galium harcynicum klingt gegen Osten aus. Streptopus amplexifolius und Soldanella montana nur regional. Die Fichtenwälder der Sudeten sind noch am artenreichsten (Adenostyles alliariae, Gentiana asclepiadea). Cicerbita alpina und Homogyne alpina fehlen im Thüringer Wald und Harz.

I. Herzynische subalpine Fichten-Schlußwälder

(Piceetum hercynicum, Abb. 85, 96)

1. Wollreitgras-Fichtenwald (Calamagrostio villosae-Piceetum, Hartmann 53)

Die Klimaxgesellschaft stockt über 900 m (Thüringer Wald 750–950 m, Schlüter 69) auf frischen Podsolen. Durch Schneeanhang und Eisbruch ist die mittelwüchsige Spitzfichte weit stärker geschädigt als in den Alpen. Bei Auflockerung (Waldgrenze, Blockfelder) tritt Eberesche stärker auf (Sorbo-Piceetum, Reinhold 39). An der unteren Grenze mischen sich Buche, Tanne und Bergahorn ein. **CA.**: Listera cordata, Trientalis europaea, Thelypteris limbosperma, Lycopodium annotinum, Blechnum spicant, Sphagnum girgensohnii, Plagiothecium undulatum. Die typische Ausbildung (myrtilletosum) auf frischen Hanglagen (Eisen-Humus-Podsol) prägen Calamagrostis villosa, Vaccinium myrtillus. Den ebenso häufigen Spitzmoos-Fichtenwald auf mäßig podsolierten Standorten mit Pseudovergleyung kennzeichnen Lophozia lycopodioides et floerkei. Im Osten trockene Vaccinium vitis idaea-Ausbildung häufig, torfmoosreiche Fichtenwälder weiter verbreitet. Equisetum sylvaticum-Typ im Urwald Kubany (Samek 61), Sudeten siehe Matuszkiewicz (73).

2. Alpenfarn-Fichtenwald (Athyrio distentifolii-Piceetum, Hartmann 53)

An schattseitigen Hängen und in luftfeuchten Tälern stockt in den Sudeten (100–1300 m) auf wasserdurchrieselten Braunerde-(Podsol-)Pseudogleyböden der hochstaudenreiche Fichtenwald, leistungsfähig bis in die Hochlagen. Hochstauden bestimmen den Aspekt: Adenostyles alliariae, Rumex arifolius, Cicerbita alpina, Streptopus amplexifolius. Stark azidophile Arten treten zurück. Im Erzgebirge bereits stark verarmt, im Bayerischen Wald ohne Hochstauden als Farn-Subassoziation (Trautmann 52).

II. Montane Dauergesellschaften im Buchenwald-Areal

Die nordwestalpinen Fichtenwälder stehen mit dem Schweizer Jura in Verbindung. Dort fehlt eine klimabedingte Fichtenstufe durch geringe Gipfelhöhe und klimatisch erhöhte Konkurrenz-

kraft von Buche und Tanne. Die kleinflächigen Dauergesellschaften (Richard 66) sind verarmt (Lärche, Lonicera coerulea). Im Schwarzwald bleiben Calamagrostis villosa und Luzula luzulina aus. Dafür treten ozeanische Arten, Blechnum spicant und Galium harcynicum, hervor.

1. Fichtenblockwald

a) Silikat-Birken-Fichten-Blockwald (Betulo carpaticae-Piceetum, Stöcker 67, Abb. 85)

Im herzynischen Mittelgebirge (700–1000 m) werden Blockhalden (Granit) mit spaltengründigen Rohböden von einer geringwüchsigen Fichtenbestockung mit Karpatenbirke und Eberesche locker überstellt. Häufige Arten: Vaccinium myrtillus, V. vitis-idaea, Avenella flexuosa, Lophozia lycopodioides. Stöcker (67) unterscheidet im Harz den trockeneren Karpaten-Birkenwald und eine etwas feuchtere Ausbildung mit Anastrepta orcadensis. In den Sudeten mit Pinus mugo. Typisches standorts- und artenarmes Vegetationsmosaik; Zwergsträucher, Moose, Flechten. In der Rhön Karpatenbirken-Ebereschen-Blockwald ohne Fichte (Lohmeyer-Bohn 72).

b) Karbonat-Fichten-Blockwald (Asplenio-Piceetum, Kuoch, 54)

Wie in den Alpen werden im Jura Kalk-Grobblockhalden und Bergsturzgebiete mit Tangelhumusrendzina von Fichte (Eberesche), wenig vital Tanne und Buche, besiedelt (800–1500 m). Artenreiche Strauchschicht. Moosreiche Bodenvegetation mit Heidelbeere und üppigen Hochstauden (Adenostyles alliariae, Dentaria heptaphylla). Charakteristisch Felspioniere: Asplenium viride, Cystopteris fragilis; verarmt in der Schwäbischen Alb (Müller 75). Im Schweizer Jura noch das Veronico urticifoliae-Piceetum mit Homogyne alpina, Listera cordata, Vaccinien (Ellenberg-Klötzli 72).

2. Peitschenmoos-Fichtenwald (Bazzanio-Piceetum)

Diese lokalklimatisch und edaphisch bedingte Dauergesellschaft kaltluftbeeinflußter Verebnungslagen in der Tannen-Buchenwaldstufe des Erzgebirges (550–950 m) und Bayerischen Waldes (600–1000 m, sog. Auen, Trautmann 52) stockt auf Podsol-Pseudogley- bis Stagnogley-Böden. Die noch wüchsigen Fichten-Bestände mit gelegentlicher Tannenbeimischung kennzeichnen Bazzania trilobata; Moosreichtum und mäßig verbreitet Torfmoose; Seegras-Au-Fichtenwald im Bayerischen Wald mit Carex brizoides, Equisetum sylvaticum, Blechnum spicant. Im Schwarzwald in Hochlagen über 900 m in blockigen Karkesseln und in Kaltluftstandorten. Eingesprengte Tanne und Buche auf den Nebenbestand beschränkt, gelegentlich Ilex.

3. Torfmoos-Fichtenwald (Sphagno-Piceetum)

Im Schweizer Jura (700–1200 m) werden montan kleinflächige Verebnungen mit Torfmoos-Gleyböden besiedelt. Die Fichte kann von aufrechter Bergspirke und Waldkiefer begleitet werden. CA.: Sphagnum acutifolium, Polytrichum commune, Vacinium myrtillus et vitis-idaea. Subalpine Ausbildung mit Calamagrostis villosa, Listera cordata. Ellenberg-Klötzli (72) rechnen die Krüppel-Fichtenwälder auf «Eiskeller-Blockhalden» zu dieser Gesellschaft (Tofieldio-Piceetum; Richard 66, Lycopodio-Mugetum). Auf Kaltluft-Dolinen-Blockhalden erreicht Fichte mit 100 Jahren nur knapp 2 m Höhe, durch die kurze (3 Monate) Vegetationszeit und ständiges Bodeneis unter 150 cm Tiefe.

Hercynische Ausbildungen mit aufgelockerten, wenig standfesten, langkronigen Fichten sind wesentlich artenärmer. Bodenvegetation (Stöcker 67) mit Eriophorum latifolium, Vaccinium myrtillus, Molinia caerulea, Spagnum nemoreum et recurvum, vereinzelt Vaccinium uliginosum. In Hochmoor-Randlagen dringt Pinus mugo ein. Homogyne alpina-Ausbildung im Kontakt mit dem Calamagrostis-Fichtenwald.

III. Tannenreiche Bergmischwälder (Abietetum)

1. Artenarmer Fichten-Tannenwald

a) Tannenreiche Buchen-Mischwälder mit Traubeneiche (Oberdorfer 57)

Im Kontakt zum Luzulo-(Querco-)Fagetum tritt der Tannen-Buchenwald mit Edelkastanien (Periclymeno-Abietetum) in armen und luftfeuchten Tallagen mit Blechnum spicant, Hypericum pulchrum, Lonicera periclymenum, Castanea sativa auf. Diese wüchsige Tieflagenstandorte sind durch das Tannensterben wenig gefährdet. Den moosreichen Tannen-Buchenwald mit Traubeneiche (Melampyro-Abietetum, Oberdorfer 57) im Schwäbischen Wald und im Frankenwald (mit Kiefer, Fichte) kennzeichnen auf Podsol-Braunerden Moose; Rhytidiadelphus loreus, Bazzania trilobata, Sphagnum acutifolium, Luzula luzulina.

b) Farnreicher Fichten-Tannenwald (Abietetum dryopteridetosum)

Im Schweizer Jura (800–1400 m) dominiert auf frischen Schattseiten ärmerer Unterlagen Fichte von Tanne begleitet; Lonicera nigra. Azidophile Arten treten hervor: Vaccinium myrtillus, Homogyne alpina, Lycopodium annotinum. **CA.:** Dryopteris dilatata, Thelypteris phegopteris, reichlich Moose: Hylocomium splendens, Plagiochila asplenioides, Rhytidiadelphus loreus.

c) Peitschenmoos-Fichten-Tannenwald (Bazzanio-Abietetum, Ellenberg-Klötzli 72)

Im Schweizer Mittelland (Jura, 400–900 m) werden auf armen, silikatischen Unterlagen extrem bodensaure, vergleyte Böden von wüchsigen Fichten-Tannenwäldern bestockt; Vaccinium myrtillus, Dryopteris carthusiana, sehr moosreich: Bazzania trilobata, Pleurozium schreberi, Sphagnum quinquefarium.

d) Preiselbeer-Fichten-Tannenwald (Vaccinio vitis-idaeae-Abietetum, Oberdorfer 57)

In der südwestlichen Ausbildung (Enztal, 600–1200 m) ist die gutgeformte Schwarzwald-Höhenkiefer regelmäßig beigemischt (Vogesen, Wangenburg). Heidelbeere und Moosteppiche dominierend; Hylocomium splendens, Pleurozium schreberi, Ptilium crista-castrensis. Auf frischen Standorten vermittelt eine Calamagrostis arundinacea-Einheit zum reicheren Galio-Abietetum mit Buche. Im Osten und Südosten kommt die vikariierende, mäßig wüchsige, hercynische Assoziation mit höherem Kiefern- und Fichtenanteil und geringerem Tannenanteil (Sudeten bis Frankenwald, Zeidler 53), 500–800 m auf sonnseitigen, trockeneren Silikathängen mit mäßig entwickelten Podsolen vor (Abieti-Pinetum, Reinhold 39). Gegenüber der herzynischen Höhenkiefer bleiben Fichte und Tanne im Wuchs zurück. Bodenvegetation: Vaccinium myrtillus, Avenella flexuosa, Calluna vulgaris, Pleurozium schreberi, Hylocomium splendens.

2. Artenreicher Fichten-Tannenwald

a) Labkraut-Fichten-Tannen-Mischwald
(Galio rotundifolii-Abietetum, Oberdorfer 57, Hartmann 72)

An der niederschlagsarmen, subkontinentalen Baar-Hochfläche (Pyrolo-Abietetum) und auf Keuperhöhen (300–500 m) des Schwäbischen Waldes (Carici umbrosae-Abietetum) treten auf schweren, grundfrischen Moder-Tonböden mit Moderauflagen tiefmontane Fichten-Tannen-Mischwälder mit Buchen im Nebenbestand auf (klimatisch und edaphisch beeinträchtigt) **CA.:**

Lonicera nigra, Orthilia secunda, Moneses uniflora, Corallorhiza trifida; ferner Melampyrum sylvaticum und Ptilium crista-castrensis. Viele anspruchsvolle Arten: Hordelymus europaeus, Lathyrus vernus, Mercurialis, Pulmonaria obscura und Orchideen: Neottia, Cypripedium calceolus, Epipactis-Arten; sogar wärmeliebende Arten: Campanula persicifolia. Die für Mitteleuropa ungewöhnliche Artenkombination erinnert an subkontinental-boreale Mischwälder Nordost-Europas.

b) Waldschachtelhalm-Fichten-Tannenwald
(Equiseto-Abietetum, Ellenberg-Klötzli 72)

Selten im Schweizer Jura, häufiger im Mittelland werden montan (1000–1500 m) von Tanne und Fichte wechselfeuchte, vergleyte Böden besiedelt. Artenreich ist die Bodenvegetation: Equisetum sylvaticum, Adenostyles alliariae, Caltha palustris, Crepis paludosa, Dryopteris dilatata, Luzula sylvatica, Ranunculus aconitifolius, Rhytidiadelphus loreus, Plagiochila asplenioides.

E. Kiefernwälder

I. Subkontinentaler bodensaurer artenarmer Kiefernwald
(Dicrano-Pinion)

Im mittleren bis östlichen Teil Mitteleuropas sind Pinus sylvestris-Wälder mit Dicranum undulatum auf stark bodensaure Standorte mit extremem Wasserhaushalt beschränkt. Nach Matuszkiewicz (62) nimmt das Leucobryo-Pinetum den westlichen Arealbereich ein; Westpolen, Ostdeutschland, isolierte Vorkommen in Süddeutschland (Hartmann 74). Manche subkontinentale Arten fehlen. Regionale Trennarten: Leucobryum glaucum, Hypnum cupressiforme, Fagus sylvatica, Ptilidium ciliare, Dicranum spurium. Kolline Vorkommen auf Sandböden kennzeichnen: Ptilium crista-castrensis, Lycopodium annotinum, Calamagrostis arundinacea. In der submontanen Rasse mit größerer Fichtenwaldnähe fehlen echte Kiefernwaldarten weitgehend.

1. Moos-Kiefernwald (Leucobryo-Pinetum, Abb. 87, 89)

CA.: Dicranum undulatum, Lycopodium complanatum, Chimaphila umbellata; ferner Vaccinium myrtillus, Trientalis europaea, Pyrola secunda; azidophile Begleiter: Avenella flexuosa, Leucobryum glaucum, Calluna vulgaris. Moose: Hylocomium splendens, Pleurozium schreberi, Ptilium crista-castrensis. Im Bamberger Hauptsmoorwald stockt auf pleistozänem Sand eine hinsichtlich Ausformung und Ertrag optimale Kiefernpopulation, nur mittlere Bonität im Nürnberger Reichswald (Lutz 50); Fichtelgebirge wertvolle Höhenkiefernrasse. Im Moos-Kiefernwald des Riesengebirges (Matuszkiewicz 60, 500–700 m; vgl. Ostböhmen, Neuhäusl-Neuhäuslová-Novotná 72) werden vor allem sonnseitige, blockreiche Kuppen mit Fichte (Lärche) besiedelt, wobei Vaccinium myrtillus und Calamagrostis villosa dominieren, aber Leucobryum glaucum fehlt.

Pfeifengras-Kiefernwald (Leucobryo-Pinetum molinietosum). In wechselfeuchten Mulden mit Gley-Podsolen. **DA.:** Molinia coerulea, Sphagnum acutifolium, ferner Dryopteris carthusiana, Polytrichum commune, Betula pubescens; auch im Schwarzwald (Missen).

Flechten-Kiefernwald (Leucobryo-Pinetum cladonietosum). Trockenere, nährstoffarme Dünensandstandorte mit geringwüchsigen, schlechtformigen Kiefernwäldern und Flechten-Dominanz. **DA.:** Cladonia rangiferina, Cl. sylvatica, Cl. gracilis, Cl. furcata, Ptilidium ciliare, Dicranum spurium. Vorkommen auf frischeren Standorten sind Degradationsstadien nach Streunutzung.

Der **artenarme Wachauer Gneis-Felskiefernwald** (Cardaminopsio petraeae-Pinetum, Hübl-Holzner 77) an der Donau mit krüppeligen (8–12 m) Kiefernbeständen an südseitigen Felsabbrüchen (Hieracium pilosella, mit reichlich Flechten, Cladonia pyxidata) wird als geographische Rasse des Cladonio-Pinetum angesehen.

2. Haarstrang-Kiefernwald (Peucedano-Pinetum)

Im Maingebiet (Zeidler-Straub 67) kommen noch Relikte dieser subkontinentalen Gesellschaft vor, die im Nordosten schon häufiger (Pulsatilla-Kiefernwald, Passarge 63) wird und im Osten (Polen) die Hauptverbreitung hat (Matuszkiewicz 62).

3. Subkontinentaler mäßig bodensaurer artenreicher Kiefernwald (Hofmann 64)

Bei durchlässigen, windexponierten Südhängen stockt auf mäßig armem Substrat der Sandnelken-Kiefernwald (Diantho arenarii-Pinetum) mit Koeleria glauca, Festuca ovina et trachyphylla, Hieracium pilosella; Kontakt mit Koeleria glauca-Sandtrockenrasen. Noch standortsextremer ist der Seggen-Kiefernwald auf kalkreichem Sand (Pararendzina) mit Carex humilis et supina, Potentilla arenaria, Stipa capillata; Kontakt zum Federgras-Trockenrasen (Potentillo-Stipetum). Auf ärmsten Dünenstandorten stocken lichte, krüppelige Silbergras-Kiefern-Bestände im Übergang vom Flechten-Kiefernwald zum Corynephorus canescens-Rasen (Carex arenaria, Polytrichum piliferum, Cladonia foliacea).

II. Subatlantischer Krähenbeeren-Kiefernwald

(Empetro nigri-Pinetum, Scamoni 60, Passarge 68, Matuszkiewicz 73, Abb. 90).

Im küstennahen Ostseegebiet (Wojterski 64) werden saure, nährstoffarme Dünensande bei stark wechselndem Wasserhaushalt (trocken bis naß) besiedelt. Locker geschlossene Pinus sylvestris-Baumschicht, Betula pendula, Sorbus aucuparia (Betula pubescens, Myrica gale). **CA.:** Goodyera repens, Moneses uniflora, Listera cordata. **DA.:** Empetrum nigrum, Carex arenaria, Hieracium umbellatum var. linariifolium; ferner Scleropodium purum, Salix arenaria, Polypodium vulgare. Ausbildungen vom Dünenkamm zum Dünental: Cladonia-Arten (sehr trocken, krüppelig), Pyrola-Arten (mäßig frisch, wüchsiger), Vaccinium-Ptilium (frisch, am wüchsigsten), Erica tetralix-Myrica gale (geringwüchsige, nasse Bruchmoorbildung).

III. Südlicher arten- und basenreicher Kiefernwald

1. Typischer Pfeifengras-Kiefernwald (Molinio arundinaceae-Pinetum)

Die submontan-tiefmontane (400–900 m) Gesellschaft besiedelt wechseltrockene Mergel- und Molassehänge sowie steile Rutschflächen. Locker geschlossene, mäßig leistungsfähige, gutgeformte Kiefern-Bestände, lokal Pinus montana (Rehder 62, vgl. Etter 47); regelmäßig Mehlbeere, im Nebenbestand Buche, Eibe, Viburnum lantana. Gutentwickelte Krautschicht: Carex flacca, Brachypodium pinnatum, Calamagrostis varia, Sesleria varia, Carex montana, Gymnadenia odoratissima; ferner häufiger Weißerle, Bellidiastrum michelii, Cypripedium calceolus, Festuca amethystina. Initiale Peucedanum cervaria-Ausbildung (8–15m) mit vielen Trockenrasenelementen: Anthericum ramosum, Buphthalmum salicifolium.

2. Orchideen-Kiefernwald

(Cephalanthero-Pinetum sylvestris, Ellenberg-Klötzli 72)

Der Orchideen-Föhrenwald des Schweizer Juras gedeiht auf basenreichen, steilen, stabilisierten Mergelhängen. **B.:** Waldkiefer (Mehlbeere, Bergkiefer); auch Ilex aquifolium, Taxus baccata. **K.:** Molinia litoralis, Sesleria varia, Carex flacca, Brachypodium pinnatum, Cephalanthera longifolia, Melittis melissophyllum, Carex alba.

3. Geißklee-Kiefernwald (Cytiso nigricantis-Pinetum, Braun-Blanquet 32)

Im Schweizer Jura (400–900 m) und in Süddeutschland besiedelt der Kiefernwald sonnseitige, basen- bis kalkreiche, flachgründige trockene Steilhänge, auch Molassefelsen. Im Jura gelegentlich Acer opalus, Flaumeiche, Traubeneiche beigemischt. **CA.:** Carex humilis, Geranium sanguineum, Peucedanum cervaria et oreoselinum, Pulsatilla vulgaris. In der Fränkischen Alb differenzieren Polygala chamaebuxus, Asperula tinctoria, Daphne cneorum, lokal auch Cytisus ratisbonensis et supinus (Gauckler 38).

4. Scheidenkronwicken-Kiefernwald

(Coronillo vaginalis-Pinetum, Müller 80, Richard 72)

Auf sehr trockener Syrosem-Rendzina stocken im SW kleinflächig offene, geringwüchsige (5–10/15 m) Kiefernwälder, die sich vom benachbarten Cytiso-Pinetum durch Leucanthemum adustum, Seseli libanotis, Laserpitium latifolium und Carduus defloratus absetzen. Wärmebedürftige Arten: Crepis alpestris, Thlaspi montanum, Festuca lemanii (ovina), Amelanchier ovalis.

5. Voralpiner Schneeheide-Kiefern-Trockenwald

(Dorycnio germanici-Pinetum, Seibert 58, 62)

Der Kalk-Trocken-Auwald der Isar südlich München ist eigenständig trotz enger Verwandtschaft zum Erico-Pinetum. In der Baumschicht dominiert Kiefer, begleitet von Fichte im Nebenbestand. Gutentwickelte Strauchschicht mit Juniperus communis. **CA.:** Erica carnea, Calamagrostis varia, Festuca amethystina, Thesium rostratum, Rhamnus saxatilis, Daphne cneorum, Gymnadenia odoratissima, Aquilegia vulgaris; zahlreiche Trockenrasenelemente. Spezifisch dealpine Arten: Sesleria varia, Carduus defloratus, Leontodon incanus, Biscutella laevigata, Carex sempervirens. In der Carex humilis-Einheit (10–15 m) auf Kalkschotter-(Tangel-)Borowina treten Auwaldarten auf (Salix eleagnos, Alnus incana). Beim praealpinen Molinia arundinacea-Kiefernwald der Flußauen (300–500 m) gedeiht unter besserwüchsiger Kiefer (20–25 m) eine üppige Strauchschicht: Berberis vulgaris, Cotoneaster tomentosus, Hippophaë rhamnoides. An den Steilhängen der Isarleiten leitet der buchenreiche Backenklee-Kiefernwald zum Seggen-Buchenwald über (Campanula persicifolia, Galium aristatum).

6. Bodensaurer Schneeheide-Kiefernwald (Vaccinio-Pinetum, Mayer 74)

Der bodensaure Schneeheide-Kiefernwald greift am Ostalpenrand noch in das Alpenvorland hinaus (400–600 m). Im Calluna-Silikat-Kiefernwald (10–15 m) differenzieren Herden von Erica carnea; Genista pilosa, Frangula, krüppelige Traubeneiche-Buche. Beim bodensauren Silikat-Kiefernwald mit Flechten wird die Kiefer nur krüppelig (4–8/10 m). Im Vogtland (500–750 m) und in der Oberpfalz gedeiht Erica carnea in einer südöstlichen Gebietsausbildung.

IV. Kiefernforstgesellschaften

Im norddeutschen Flachland (Meisel-Jahn 55) sind je nach Vorbestand und potentieller natürlicher Vegetation die Typen differenziert. Aufforstungen von Dünen und Silbergrasfluren kennzeichnen Cladonia-Arten. Heideaufforstungen der Typen mit Dicranum und Molinia-Dicranum stocken auf Birken-Eichenwald-Standorten mit Sieglingia und Molinia-Sieglingia. Kiefernforste als Laubwald-Umwandlungsbestände charakterisieren Dryopteris und Molinia-Dryopteris (Birken-Eichenwald), Rubus und Molinia-Rubus (Eichen-Buchenwald), Milium-Oxalis und Molinia-Oxalis (Eichen-Hainbuchenwald), Lysimachia (Erlenbruchwald), Sphagnum (Birkenbruchwald).

V. Bergkiefernwald

1. Subalpiner Legföhren-Buschwald der Mittelgebirge

(Vaccinio-Pinetum mugi)

Durch die geringe Höhendistanz zwischen Fichtenwald und Gipfelflur sind zonale Knieholzbestände nicht ausgedehnt; Ost- und Westsudeten; einzelne Hochgipfel des Bayerischen- und Böhmer-Waldes. Nur auf Geröllhalden und in Kaltluftmulden reicht die Latsche tiefer herab (1200 m). Das Pinetum mugi sudeticum (Matuszkiewicz 60) stockt von 1250–1450 m (bis 1500 m aufgelöst) auf sauren Rohhumusrankern und primären Podsolen. Pinus mugo, Sorbus aucuparia var. glabrata und Salix silesiaca kennzeichnen. Häufig Vaccinium myrtillus et vitis-idaea, Dicranum scoparium, Avenella flexuosa; ferner Empetrum nigrum (Athyrium distentifolium, Rumex arifolius).

2. Berg-Kiefernwald des Schweizer Juras (Ellenberg-Klötzli 72)

a) Azidophiler Alpenrosen-Bergkiefernwald

(Rhododendro ferruginei-Pinetum montanae)

Bei subalpinen Juragipfeln werden mäßig steile, schattseitige Hänge und Kaltlufttäler mit mächtigen, dystrophen Tangelhumusauflagen besiedelt. **B.:** Pinus montana (arborea, 8–12 m), Sorbus chamaemespilus. Azidophile Bodenvegetation: Empetrum nigrum, Vaccinium myrtillus et uliginosum, Sesleria varia, reiche Moosschicht.

b) Basiphiler Alpenrosen-Bergkiefernwald (Rhododendro hirsuti-Pinetum montanae)

Hochmontan stocken auf schattseitigen, frischen humusreichen Kalkstandorten Bergkiefernwälder mit Mischvegetation im typischen Standortsmosaik. Tangelhumusarten: Arctostaphylos alpina, Homogyne alpina; Kalkzeiger: Erica carnea, Dryas octopetala, Carex alba; Moose und Flechten.

Das Bellidiastro michelii-Pinetum montanae ist eine seltene montane (800–1300 m) Vikariante an felsig-steilen Nordhängen mit einem Gemisch von kalk- und säureanzeigenden Arten: Amelanchier ovalis, Rhamnus alpina, Festuca amethystina, Bazzania trilobata, Vaccinium myrtillus.

c) Knollendistel-Bergföhrenwald (Cirsio tuberosi-Pinetum montanae)

Montan (600–1200 m) werden sonnseitig wechseltrockene Steilhänge von der grasreichen Dauergesellschaft besiedelt (Pinus sylvestris); Calamagrostis varia, C. flacca, C. sempervirens, Anthericum ramosum, Molinia litoralis, Gentiana lutea.

3. Bergkiefern-Moorwald

a) Torfmoos-Bergspirkenwald (Sphagno-Pinetum montanae)

Montan (800–1900 m) besiedeln feucht-nasse Verebnungen mit Hochmoortorf lockere Bergkiefernbestände (Fichte) mit nässeertragenden Zwergsträuchern Vaccinium uliginosum, V. vitis-idaea, Rhododendron ferrugineum (subalpin), Eriophorum vaginatum, Sphagnum acutifolium et magellanicum. Für das Sphagno-Piceetum ist der Hochmoorstandort noch zu extrem. In Tieflagen ersetzen die Gesellschaft das Vaccinio uliginosi- oder das Sphagno-Pinetum sylvestris; Bayern (LUTZ 56).

b) Bergkiefern-Moorwald (Vaccinio uliginosi-Pinetum mugi)

In montanen Lagen der Mittelgebirge (700–1100 m) bestockt die Moorkiefer (Pinus mugo, vereinzelt Moorbirke) meist in der niederlegenden (var. prostrata), aber auch in der aufrechten Form (Bergspirke var. arborea) Plateau- und Karvermoorungen sowie Randgehänge der Hochmoore. Hochmoornahe, nasse Subassoziation mit Vaccinium oxycoccus, typische mit Vaccinium uliginosum, Empetrum nigrum; Übergang zum Sphagno-Piceetum, vereinzelt als Glazialrelikt Betula nana (DIERSSEN 77).

VI. Waldkiefern-Birken-Moorwald (Abb. 87, 98)

1. Subkontinentaler (Birken-)Waldkiefern-Moorwald
(Ledo palustris-Pinetum sylvestris)

Im subkontinentalen Osten tritt submontan auf saurem mächtigem Waldmoor der Sumpfporst-Waldkiefer-Moorwald auf (Ledo-Pinetum); Westpolen bis Oberpfalz. Waldkiefer dominiert, teils Moorbirke, gelegentlich Sandbirke, im Süden (Schwarzwald) und Osten auch Fichte (OBERDORFER 57, MATUSZKIEWICZ 73). Wichtige Arten: Vaccinium uliginosum, Calluna vulgaris, Eriophorum vaginatum, Andromeda polifolia, Aulocomnium palustre. Fichten-Vorposten mit Lausitzer Flachland (600 mm) sind an Fichten-Kiefernwäldern (Piceo-Pinetum) auf nährstoffarmen, grund- und stauwasserbeeinflußten Sand-Kies-Böden mit starker Rohhumus-Auflage gebunden. Molinia litoralis und Ledum palustre sind bezeichnend für das weiterentwickelte Vaccinio-Pinetum. Im Schweizer Mittelland Kiefern-Übergangsmoorwald (Sphagno-Pinetum, KLÖTZLI 69).

2. Subkontinentales Birkenbruchmoor (Vaccinio uliginosi-Betuletum pubescentis)

Es besiedelt flache, anmoorige Mulden (Quellmoore) mit mittlerer (20–60 cm) Torfauflage. Kennarten (Pommern, MATUSZKIEWICZ 63): Betula pubescens (Kiefer beigemischt), Frangula alnus, Dryopteris carthusiana, Trientalis europaea, Polytrichum commune; Fläming (PASSARGE 56): Sphagnum acutifolium, Polytrichum commune, Bazzania trilobata. Geringwüchsig, schlechtformig und locker ist die Baumschicht. An der westkaschubischen Ostseeküste können Ledum palustre (kontinental) und Myrica gale (subatlantisch) gleichzeitig vorkommen (WOJTERSKI 63). Im Westen (KRAUSE-SCHRÖDER 79) schließen bei ausgeprägt atlantischem Charakter das Gagelgebüsch (Myricetum gale) und die Glockenheide (Ericetum tetralicis) an. Den montanen Moorbirken-Bergbruchwald (Schwarzwald, Rhön) mit anmoorigen, aber noch nicht hochmoorartigen Böden differenzieren: Vaccinium uliginosum, Eriophorum angustifolium, Sphagnum girgensohnii, Sph. squarrosum, Molinia litoralis, Trientalis europaea, Lycopodium annotinum; im Schweizer Mittelland Lycopodio annotini-Betuletum pubescentis (KLÖTZLI 69).

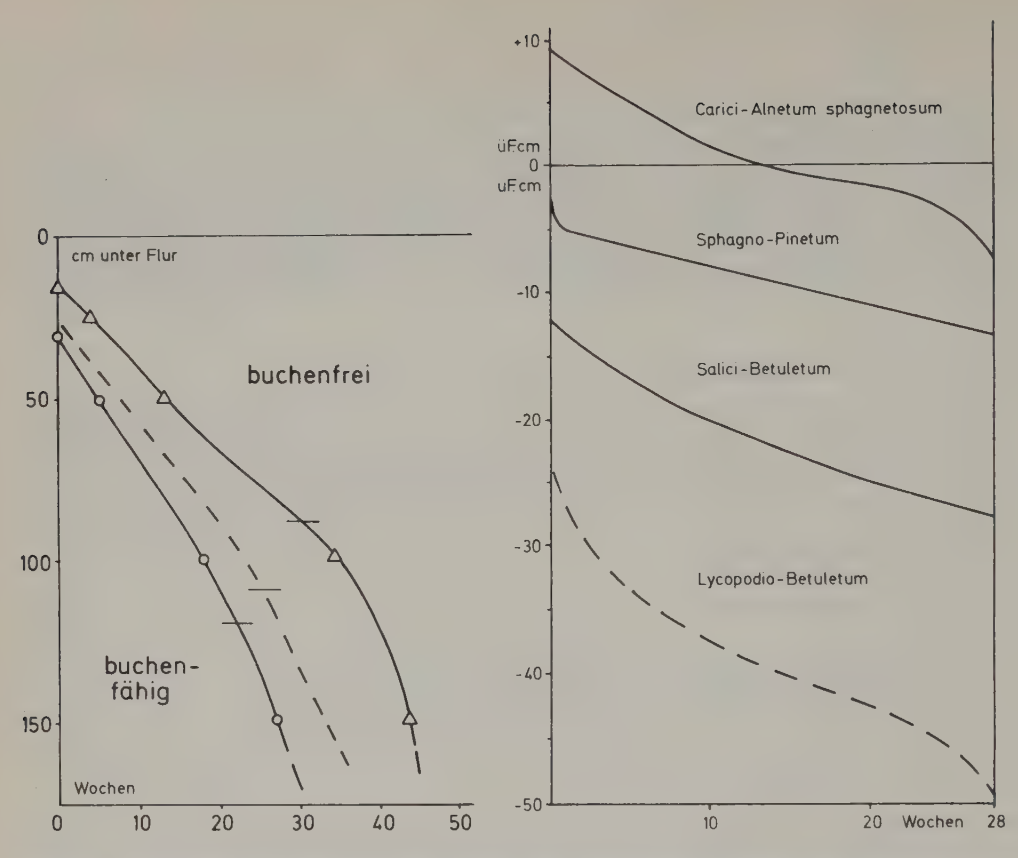


Abb. 98: Grundwasserstandslinien von buchenfähigen und buchenfreien Lehmböden des Schweizer Mittellandes. Auch im feuchten Buchenmischwald darf das Grundwasser nur kurz und nicht hoch anstehen (KLÖTZLI 68). In Bruchwäldern mit wesentlich höherem und länger andauerndem Grundwasserstand nehmen Dauer und Höhe vom Weiden-Birken-Bruch über Kiefernbruch zum Torfmoos-Erlenbruchwald deutlich zu (KLÖTZLI 75); aus ELLENBERG 78.

3. Subatlantisches Birkenbruchmoor (Betuletum pubescentis)

Die vikariierende Gesellschaft kommt im nordwestlichen und westlichen Mitteldeutschland (Rhön) typisch auf saurem Stauwasser-Moorgley vor (BUCHWALD 51). **B.:** Betula pubescens ssp. carpatica, Galium harcynicum. **CA.:** Vaccinium uliginosum, Eriophorum angustifolium, Lycopodium annotinum, Sphagnum girgensohnii et squarrosum (LOHMEYER-BOHN 72).

4. Strauchbirken-Moorwald (Betulo humilis-Salicetum repentis, OBERDORFER 64)

Im Alpenvorland (450–900 m, auch Polen) tritt nach Großseggen-Gesellschaften im Übergang zum Birkenwald die Pioniergesellschaft auf (Reiserzwischenmoor). **CA.:** Salix angustifolia, S. myrtilloides, S. cinerea, Betula humilis (Sukzessionsrelikt), B. pubescens, Peucedanum thelypteris, Carex lasiocarpa.

F. Edellaubbaumreiche Misch- und Bruchwälder

Montane bis submontane edellaubbaumreiche Mischwälder außerhalb der Auen können sich nur dann behaupten, wenn die klimatischen Schlußwaldbaumarten auf extremeren Standorten nicht ausreichend konkurrenzkräftig sind.

1. Schattseitiger Bergahorn-Blockwald

(Phyllitido-Aceretum, Moor 52, Abb. 84, 87)

Auf steilen bis schluchtigen, schattseitigen luftfeuchten Grobblockhalden mit Skelettnachlieferung kennzeichnen die Bergahorn-Bergulmen-Bestockung (auch Sommerlinde) Phyllitis scolopendrium, Lunaria rediviva, Polystichum aculeatum, Actaea spicata. Jura-Subassoziationen mit Gymnocarpium robertianum und Polystichum lonchitis (Moor 75). Weite Verbreitung der Karbonat-Ausbildung (500–1400 m; Rühl 67, 73, Schwickerath 44, Kuoch 54). Montane Hochstaudenausbildung mit Adenostyles alliariae (Pfadenhauer 69, Ellenberg-Klötzli 72). Hochmontan-subalpin (1100–1400 m) vikariierend das Sorbo ariae-Aceretum (Ellenberg-Klötzli 72) im Südjura bis zur Waldgrenze (Dentaria heptaphylla). Auf feinerdereichen Rieselböden das Arunco-Aceretum, ferner das Corydalido- und Ulmo-Aceretum (Moor 75). Submontan-montane Silikat-Ausbildung mit Lunaria rediviva ohne Phyllitis (400–900 m) vor allem im nördlichen Teil. In den Vogesen und im Böhmerwald (750–1100 m) schattseitige Blockschuttstandorte mit Cicerbita alpina, Ranunculus platanifolius, Petasites albus, neben reichlich Farnen (Matuszkiewicz 73); Übergang zum Aceri-Fagetum. Buchenreiche Ausbildung in Böhmerwald-Vorlagen (Fago-Aceretum, Husová 68).

2. Sonnseitiger Ahorn-Linden-Steilhang-Blockwald (Aceri-Tilietum)

Submontan bis tiefmontan (200–900 m) besiedelt auf Sonnseiten der verbreitete Linden-Blockwald, schwach konsolidierte Kalk- und Basalt-Schutthalden. Durch warmes Lokalklima und zeitweise Bodenaustrocknung sind Wuchs und Ausformung der Pionierbaumarten nicht optimal; Acer platanoides (pseudoplatanus), Tilia cordata und platyphyllos wechselnd, ferner Mehlbeere und Elsbeere. CA.: Viola mirabilis, Centaurea montana, Vicia dumetorum, Vicia sylvatica, Galium sylvaticum, Lilium martagon; Verbreitung: Hohes Venn bis Thüringer Wald.

a) Subatlantischer Sommerlinden-Blockwald (Aceri-Tilietum platyphylli)

Tilia cordata ist im südwestlichen (Hartmann 74) und nordwestlichen Mitteleuropa nur lokal beigemischt. Im Südschwarzwald kennzeichnen (400–700 m) die wärmeliebende Reliktgesellschaft Campanula persicifolia, Chrysanthemum corymbosum, Tamus communis, Staphylea pinnata. Auf der Schwäbischen Alb besteht Kontakt zu Steppenheiden (Arabis turrita, Helleborus foetidus; Sebald 80). Beim thermophilen Carici albae-Tilietum des Kaiserstuhls (Fuchs 78) wird Tilia platyphyllos durch T. cordata ersetzt; reichlich Eichenwaldarten (Quercus petraea et robur, Ligustrum vulgare, Coronilla emerus).

b) Subkontinentaler Winterlinden-Blockwald (Aceri-Tilietum cordatae, Hartmann 53, Abb. 83)

Im östlichen bis südöstlichen Mitteleuropa herrscht auf analogen Standorten die Winterlinde vor oder ist allein vertreten; z.B. Ostharz (Stöcker 60); Böhmisches Mittelgebirge, Karbonat-Ausbildung mit Sesleria varia und Helleborus foetidus auf der Schwäbischen Alb, auch Göttinger

Wald. Molinia litoralis-Ausbildung in Süddeutschland. Im hessischen Bergland (RÜHL 67) ist der Linden-Blockwald besonders vielgestaltig; Böhmerwald (HUSOVÁ 68). Südwestdänisches Altmoränengebiet (IVERSEN 58).

Mesophiler Silikat-Block-Lindenwald mit Tüpfelfarn (Aceri-Tilietum polypodietosum). Voralpin auf schattseitigen Granit-Grobblockhalden mit typischem Standorts- und Vegetationsmosaik (Winter- und Sommerlinde) Polypodium vulgare, Isothecium myurum, Luzula luzuloides, Paris quadrifolia, Dentaria enneaphyllos; Reservat Freyensteiner Donauwald (250–450 m, MAYER 69).

3. Thermophiler Linden-Mischwald (Vincetoxico-Tilietum)

Tieflagen-Linden-Blockwälder ziehen sich in trockeneren, tieferen Lagen auf Schattseiten zurück. In Böhmen-Mähren (NEUHÄUSL-NEUHÄUSLOVÁ 68) tritt auf schattseitigen, frischen Standorten das Aceri-Tilietum, auf trockeneren Sonnseiten das thermophile Cynancho-Tilietum (HUSOVÁ 68) auf. Auf Amphibolit des Böhmerwald-Vorlandes ist zur dominierenden Sommerlinde Traubeneiche beigemischt. **CA.:** Vincetoxicum hirundinaria, Tanacetum corymbosum, Campanula persicifolia, Festuca heterophylla, Viola hirta. Planar-kollin löst der Vicia pisiformis-Traubeneichenwald mit Sommerlinde und Elsbeere ab.

4. Bergahorn-Eschenwald (Aceri-Fraxinetum, ETTER 47)

Entscheidende Standortsfaktoren: Kollin bis submontan (400–800 m), Niederschlagsreichtum, feinerdereiche Unterhänge, grundfeuchte, nährstoffreiche, biologisch hochaktive, braune Gley- bis Pseudogleyböden. Esche und Bergahorn sind sehr wüchsig (30–35 m) und produzieren Starkholz; ferner Bergulme, Sommerlinde (in Alpenrandnähe auch Fichte). Großblättrige Nässe- und Nitratzeiger sind typisch; Stachys sylvatica, Allium ursinum, Circaea lutetiana, Farne, Aruncus divicus, Equisetum telmateia, Carex pendula, Impatiens noli-tangere. In Alpennähe ersetzt durch den Niederschlagsreichtum die feuchte Carex pendula-Ausbildung den Eichen-Hainbuchenwald (SEIBERT 69); ebenso in der Schwäbischen Alb (450–600 m) mit Polystichum aculeatum, Stellaria holostea (OBERDORFER 57). Im Schweizer Jura differenziert Dentaria heptaphylla, im Weserbergland tritt Schwarzerle stärker hervor (DIERSCHKE-HÜLBUSCH-TÜXEN 73). Gegen Osten verarmt die Gesellschaft, Adoxo-Aceretum (SCAMONI 60). Nahe verwandt ist der vikariierende Sterndolden-Eschenwald (Astrantio majoris-Fraxinetum, OBERDORFER 57) mit Prunus padus, Viburnum opulus, Humulus lupulus, der im Sudeten-Vorland durch Weißerle, Stieleiche, Festuca gigantea gekennzeichnet ist (MATUSZKIEWICZ 73) und einem verarmten Alnetum incanae nahe steht.

5. Bacheschen-Auwald (Carici remotae-Fraxinetum)

Die kleinflächige, meist streifenweise Auwald-Übergangsgesellschaft besiedelt in niederschlagsreichen Gebieten Bachtälchen und Quellmulden auf feuchten Gleyböden. In den Erosionsschutzwäldern (Schwarzerle, Bergulme) erreicht Esche ausgezeichneten Wuchs und hervorragende Ausformung. Optimale Feuchtigkeits- und Nährstoffverhältnisse zeigen an: Carex pendula, C. sylvatica, C. strigosa (im Westen), Caltha palustris, Mnium undulatum, Veronica montana, Impatiens noli-tangere. Silikat-Ausbildung mit Chrysosplenium oppositifolium et alternifolium, Cardamine amara, Equisetum telmateia (HARTMANN 53, OBERDORFER 57). Hochstauden-Ausbildung in höheren Lagen mit Chaerophyllum hirsutum und Petasites albus (MAYER 74). In Böhmen-Mähren (NEUHÄUSLOVÁ-NOVOTNÁ 77) differenziert verbreitet, auch mit Quercus petraea.

6. Traubenkirschen-Schwarzerlen-Eschenwald

(Pruno padi-Fraxinetum, Oberdorfer 53, Alno-Fraxinetum, Ellenberg-Klötzli 72)

Die bodenfeuchteste Alno-Padion-Gesellschaft tritt planar-submontan (100–500 m) auf feinerdereichen Grundmoränen-Standorten (Pfadenhauer 69) und tonigen Talstandorten mit feucht-nassen Gleyböden auf. Schwarzerle ist am leistungsfähigsten (bis 30 m, dgz 10 fm), gefolgt von Esche, ferner Ulmus laevis, im Süden auch Fichte. **CA.:** Carex brizoides, Stachys sylvatica, Mnium undulatum, Galium palustre, Athyrium filix-femina, Carex remota leitet zum Bacheschenwald über, jene mit Equisetum sylvaticum zum Erlenbruchwald.

7. Sternmieren-Eschen-Schwarzerlenwald

(Stellario nemori-Alnetum glutinosae, Lohmeyer 57)

Der Eschen-Schwarzerlenwald des mitteleuropäischen Berg- und Hügellandes (200–700 m) ist kein Bruchwald, da er auf silikatischen, alluvialen Mineralböden galeriewaldartig bei breiten Bachsäumen und auf Schwemmkegeln meist entlang schnell fließender Bäche auftritt (Paternia-Gley). Schwarzerle dominiert, stellenweise begleitet von Ulmus glabra, Salix fragilis, S. triandra, Quercus petraea. Mit zunehmender Fließgeschwindigkeit der Bäche wird Esche zur steten Mischbaumart. **CA.:** Impatiens noli-tangere, Stachys sylvatica, Geum urbanum. Differenzierte Ausbildungen: Schwarzwald-Vogtland (Ranunculus aconitifolius), Südwestfalen (Lohmeyer 57, Chrysosplenium alternifolium), Holstein (Müller 79, Chrysosplenium oppositifolium), Nordwestdeutschland (Tüxen-Ohba 75, Ribes sylvestris). Vikariierend das montane (400–700 m) Arunco dioici-Alnetum aus dem Bayerischen Wald (Tüxen 57, Matteuccia struthiopteris) und im Osten das Circaeo alpinae-Alnetum (Oberdorfer 53).

8. Fichten-Schwarzerlenwald (Piceo-Alnetum, Rubner 54)

Im montanen Fichten-Erlen-Auwald, borale Rasse des Circaeo-Alnetum, dominiert Schwarzerle wüchsig und gut geformt als Vorwaldbaumart in jüngeren Phasen, Fichte astig und langkronig als Schlußbaumart in älteren Phasen, wobei Windwurfgefährdung und Rotfäulegefahr der Fichte die Wiederverjüngung einleiten (Mayer 74). **CA.:** Circaea alpina, Equisetum sylvaticum, Chaerophyllum hirsutum, Carex brizoides.

9. Mitteleuropäischer Schwarzerlenbruchwald

(Carici elongatae-Alnetum glutinosae)

Auf den dauernassen Bruchwaldtorfböden mit geringen Wasserspiegelschwankungen und ohne Sedimentierung bei Überschwemmung baut die Schwarzerle (20–25 m) reine, mäßig wüchsige Bestände auf, die erst nach Standortsausgleich der Bülten und Schlenken leistungsfähiger sind, Kontakt zum Pruno-Fraxinetum. Die typischen Bruchwälder sind relativ artenarm (Ellenberg-Klötzli 72), aber vielfach mit üppig entwickelter Bodenflora, speziell Bruchwaldpflanzen. **CA.:** Thelypteris palustris, Peucedanum palustre, Carex vesicaria, Geum rivale, Ribes nigrum, Humulus lupulus, Calamagrostis canescens, Lycopus europaeus. Nasse, krüppelwüchsige Variante mit Equisetum fluviatile (Salix cinerea). Auf reicheren Bruchböden kommt Esche (Phalaris arundinacea) auf; Oberspreewald (Passarge 56, Scamoni 54). Die mitteleuropäische Rasse setzt sich gut von der subatlantischen Gesellschaft ab (Oberdorfer 57). Montane Crepis paludosa-Berg-Bruchwälder im Harz (Hartmann 53, Passarge 78) sind stark differenziert. Im Spreewald und im Memeldelta gibt es noch größere natürliche Bestände, sonst weitgehend durch Entwässerung verändert.

10. Weiden-Bruchwälder (Oberdorfer 64)

Süddeutsche Gesellschaften: Salicetum auritae, Frangulo-Salicetum cinereae (mehr subatlantisch), Salicetum pentandro-cinereae (mehr subkontinental).

G. Auwälder (Abb. 99, 100)

Auwälder sind edaphisch bedingte Dauergesellschaften im Überschwemmungsgebiet der Flüsse. Häufigkeit (periodisch bis episodisch) und Dauer (Tage bis Wochen) der Überschwemmungen hängen weitgehend vom jeweiligen Niveau der Gesellschaft über dem mittleren Waserstand und der Schwankungshöhe zwischen Nieder- und Spitzenhochwasser ab. Charakteristisch sind

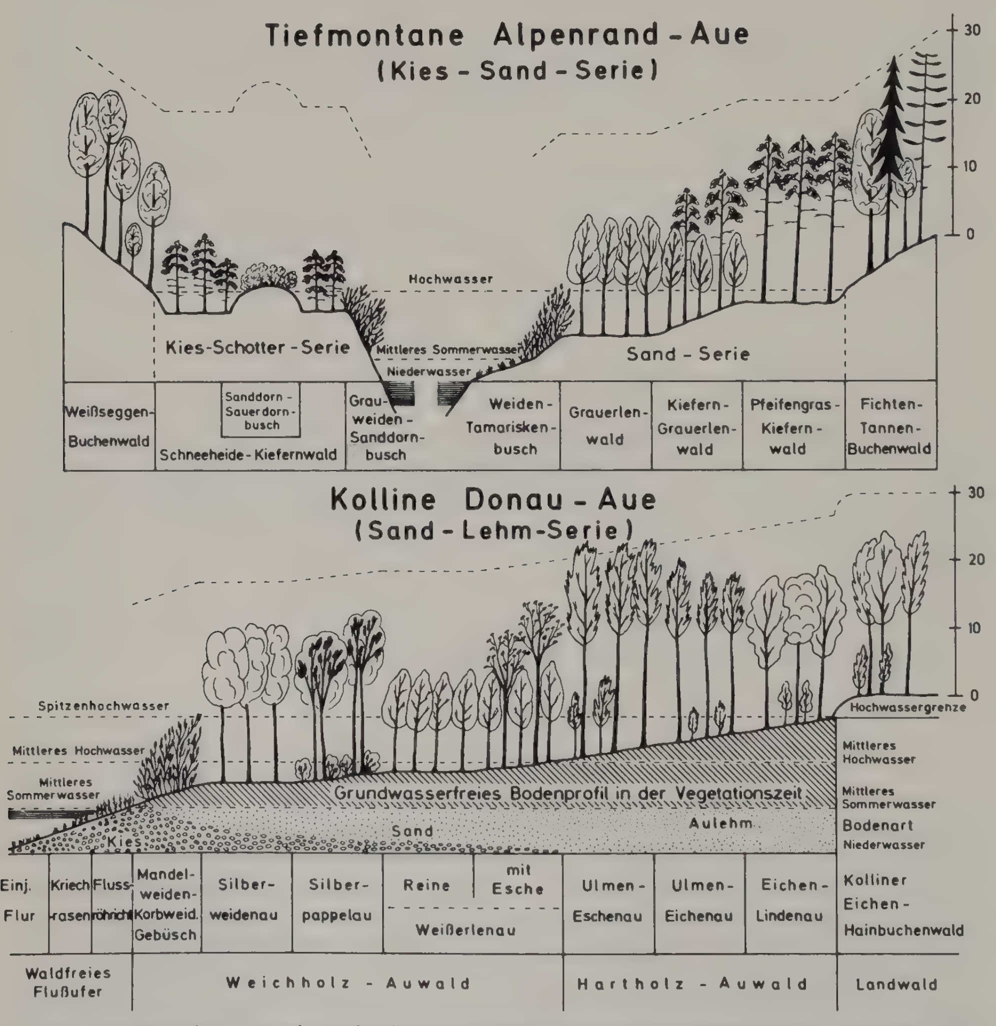
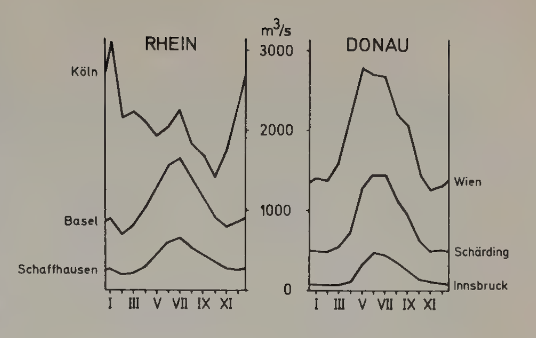


Abb. 99: Schematischer Querschnitt durch die vollständige Serie der Auenvegetation am Mittellauf eines Flusses im tiefmontanen und kollinen Alpenvorland in Abhängigkeit vom grundwasserfreien Bodenprofil in der Vegetationszeit; aus Mayer 74.

Abb. 100: Veränderung des Abflußregimes von den Alpen bis ins Tiefland. Nach HELLER (69) aus ELLENBERG (78). Die Donau entspringt im Mittelgebirge, erhält das meiste Wasser aus den Alpen. Bis unterhalb Wien sind Hochwässer im Sommer zur Zeit der stärksten Gletscherschmelze im Hochgebirge zu erwarten («Gletscherregime»). Beim Rhein überwiegt das Gletscherregime bis Basel und wird unterhalb vom «ozeanischen Regenregime» des niedrigen Berg- und Tieflandes abgelöst. Die großen Ströme im Osten Mitteleuropas werden vom «Schneeregime der Ebene» geprägt, d.h. von starken Hochwässern im Frühling (April/Mai).



kontinuierliche und plötzliche Standortsveränderungen durch Anlandung und Erosion. Auwälder unterliegen deshalb einer sehr differenzierten Entwicklungsdynamik. Das montane, submontane und kollin-planare Klima beeinflußt ebenfalls entscheidend die Zusammensetzung der Auwaldvegetation. Umweltbedingungen siehe MOOR 58, ELLENBERG 63, HELLER 63, OBERDORFER 53, NEUHÄUSLOVÁ-NOVOTNÁ 65.

Die **Morphologie** beeinflußt entscheidend den Standortskomplex (ELLENBERG 63)

	Oberlauf	Mittellauf	Unterlauf
Gefälle	groß	mittel	klein
Sediment	Kies	Sand	Lehm
Amplitude des Wasserstandes	1–2 m	3–4 m	4–6 m
Auwaldbreite	Saum	bis 1 km	bis 3 km
Überschwemmung	Sommer	Sommer/Winter	Winter
Dauer	Stunden	Tage	Wochen

Dynamik des Auwaldes

Das Mosaik von flußnahen zu flußfernen Auwaldgesellschaften stellt eine ökologische Reihe dar. Diese räumliche Zonation ist die Folge der Umweltbedingungen. Vom räumlichen Nebeneinander darf nicht unmittelbar auf Sukzessionsvorgänge geschlossen werden. Sukzessionen treten nur in initialen Stadien deutlicher hervor und werden durch ständige Überschwemmung und Standortsveränderungen gestört. Die Vegetationsabfolgen gehen daher meist auf gemischte autogen-allogene Entwicklungsvorgänge zurück. Zonierungsvorgänge und Sukzessionseinflüsse verzahnen sich mit unterschiedlichem Gewicht und prägen den gegenwärtigen Auwaldkomplex. Da das erreichte Stadium im Auwald immer wieder durch Erosion zerstört werden kann, ist die Auwaldsukzession zyklisch.

I. Pioniergesellschaften (Schweizerische Auwälder, MOOR 58)

Zwischen dem Niedrigwasserstand und dem durchschnittlichen Sommerwasserstand breiten sich wald- und buschfreie Pioniergesellschaften aus, die den extremen Verhältnissen durch lang andauernde Überschwemmungen und größere Strömungsgeschwindigkeit gewachsen sind.

1. Goldrutendickicht (Impatienti glanduliferae-Solidaginetum serotinae)

Die natürliche und künstliche Ersatzgesellschaft des Weißenerlenwaldes tritt als nitrophile Saumgesellschaft am Rande geschlossener Bestände auf. Durch unterirdisch kriechende Ausläufer schließt sie sich nach Hochwasserschäden rasch.

2. Flußröhricht (Phalaridetum arundinacaea)

Die Rohrglanzgras-Gesellschaft mit oft schilfartigem Aussehen (bis über Mannshöhe) ist einförmig, ein ausgezeichneter Fixierer des Standortes und ersetzt am Flußufer das knickempfindliche Phragmites (Schilf).

3. Pestwurzflur (Carduo personatae-Petasitetum hybridi)

Die typische Pioniergesellschaft besiedelt durch Hochwasser entstandene Lücken im Weidengebüsch oder Weidenwald und stabilisiert ausgezeichnet den besiedelten Standort und ist sehr widerstandsfähig gegen Erosion.

4. Schilfröhricht (Scirpo sylvatici-Phragmitetum communis)

Typische Bestände sind auf verlandende Altwässer (Stillwässer) mit schlickigem Substrat beschränkt, wobei das Schilf in 1–2 m tiefes Wasser vordringen kann und sich bis 3 m über dem Wasserspiegel erhebt.

II. Weidengebüsche (Salicetalia purpureae, Moor 58)

Zwischen den grasreichen Pioniergesellschaften und dem Auwald bilden Weidengebüsche natürliche Säume. Als primäre oder regressive sekundäre Pioniergesellschaften fixieren sie den Standort, fördern die Anlandung und damit die Boden- und Vegetationsentwicklung.

1. Weiden-Tamariskenbusch (Salici-Myricarietum)

Die strömungs- und überschüttungsfeste Pioniergesellschaft am Ober-Mittel-Lauf der Flüsse besiedelt rasch schlickartigen Feinsand. Myricaria germanica herrscht meist vor; Salix eleagnos, Salix daphnoides; wenig vital Salix alba und Calamagrostis epigejos.

2. Grauweiden-Sanddornbusch (Salicetum eleagno-daphnoides, Hippophao rhamnoidis-Salicetum)

Zwischen dem sommerlichen Nieder- und Mittelwasserstand besiedelt die Gesellschaft am Alpenrand ständig untergrundfeuchte Kalk-Rohauböden. Der Pionier ((Hippophaë, stickstoffbindende Wurzelknötchen) regeneriert sich nach Hochwasser durch reichlich Wurzelbrut rasch, ebenso Salix eleagnos, S. daphnoides, S. purpurea, Tussilago farfara. Die Einheit geht in das Alnetum incanae über. Auf kiesigen Substrat des Alpenvorlandes der Sanddorn-Sauerdornbusch (Hippophao-Berberidetum), der am Oberrhein zum Pyrolo-Pinetum überleitet.

3. Mandelweiden-Korbweidengebüsch (Salicetum triandro-viminalis)

Über dem mittleren Sommerwasserstand schließt auf sandig-schlickigem Boden das 3–7 m hohe Weidengebüsch an, das als natürliche Mantelgesellschaft den Silberweidenwald umgibt; Salix triandra, S. purpurea und S. viminalis. Salix alba von reduzierter Vitalität, Solanum dulcamara. In Lücken des Weidenwaldes als vorwaldartiges Regenerationsstadium (Oberdorfer 57).

III. Weichholzauwald

Die weiche Au ist an Standorten zwischen Mittelwasser- und Hochwasserstand bei hochanstehendem, strömendem Grundwasser und häufigen periodischen Überschwemmungen gebunden. In den kurzlebigen (30–40 Jahre) Weichholzbeständen sind häufig: Sambucus nigra, Urtica dioica, Impatiens noli-tangere; ferner Feuchtigkeitszeiger Poa palustris, Galium aparine, Symphytum officinale, Stellaria nemorum, Ranunculus repens, Iris pseudacorus, Myosotis palustris.

1. Silberweidenau (Salicetum albae)

In der am tiefsten gelegenen, planar-submontanen Silberweidenau kommt es regelmäßig zur reichlichen Sandauflagerung; Kalkrambla bis Kalkpaternia. Die ufernahe, meist saumweise Einheit mit dominierender Silberweide baut 10–20 (30) m hohe Bestände ohne Nebenbestand mit etwas Salix fragilis auf, vereinzelt Populus nigra. Artenarme Krautschicht: Urtica dioica, Rubus caesius, Galium aparine, Myosotis palustris, Poa trivialis. Primäre tiefe Weidenau mit Phalaris arundinacea und reife hohe Weidenau mit Cornus sanguinea (Seibert 62; Ellenberg-Klötzli 72). Die Uferschutzgesellschaft zählt mit 10–20 (30) fm dgz zu den leistungsfähigsten, natürlichen Waldgesellschaften.

2. Schwarzpappelau (Salici albae-Populetum nigrae)

Auf nur noch selten überschwemmten Uferwällen oder auf sandigen Schotterbänken ist die nur mäßig wüchsige (20 m) Schwarzpappel neben Salix purpurea konkurrenzlos; für Esche und Weißerle keine Dauerfeuchtigkeit. Von diesen natürlichen Pionier- und Reliktstandorten aus dringt Schwarzpappel fluktuierend in Kontaktgesellschaften ein. Kennarten nach Oberdorfer (57) und Wendelberger-Zelinka (52): Aster parvifolius, Impatiens roleyi, Convolvulus sepium.

3. Silberpappelau (Populetum albae)

Populus alba reicht vom Donau-Tiefland bis nach Mitteleuropa (Jurko 58). Die Silberpappel kann noch trockenere Standorte als die Schwarzpappel besiedeln und bildet von der Weißerlen- bis zur Harten Au nach Kahlschlag oder nach Überschwemmungskatastrophen ein fluktuierendes Regenerationsstadium mit Vorwaldcharakter.

4. Grauerlenwald (Alnetum incanae)

Am Ober- und Mittellauf der Flüsse werden oberhalb der Silberweidenau graue, sandig-schlickige Kalkauenböden besiedelt. In den reinen Weißerlenbeständen (30jähr. 20 m) gelegentlich Schwarz- und Silberpappel, in der hohen Erlenau schon wüchsigere Esche; potentielle Kulturpappelstandorte. S.: Cornus sanguinea, Sambucus nigra, Prunus padus, Evonymus europaea, Rubus caesius. Artenreiche Bodenvegetation: Aegopodium podagraria, Allium ursinum, Brachypodium sylvaticum, Impatiens noli-tangere, I. parvifolia, Ranunculus ficaria, Lamium maculatum, Filipendula ulmaria, Stachys sylvatica, Galanthus vivalis.

Montane Hochstauden-Ausbildung (600–1000 m) mit Chaerophyllum hirsutum, Ranunculus aconitifolius, Polygonatum verticillatum, Aruncus dioicus, Matteuccia struthiopteris, im Osten auch Doronicum austriacum. Calamagrostio variae-Alnetum incanae mit Fichte und Carex alba im Alpenvorland (Moor 52); ferner im Schwarzwald (Aconitum napellus, Hesperis matronalis; Oberdorfer 57), Württembergisches Oberland (Crepis paludosa, Müller-Görs 58), Sudeten

(Thalictrum aquilegifolium, MATUSZKIEWICZ 73), Böhmen-Mähren (Aconitum vulparia, NEUHÄUSLOVÁ-NOVOTNÁ 65). Submontan-Kollines Equiseto-hyemalis-Alnetum (MOOR 58) im Alpenvorland. Im Südwesten verarmt mit Arum maculatum, Allium ursinum (HARTMANN 53, MÜLLER-GÖRS 58).

5. Schwarzerlenbruchwald (Carici elongatea-Alnetum glutinosae)

Bruchwaldähnliche Schwarzerlenwälder kommen kleinflächig im flußferneren Auwald, an abgeschnittenen Altarmen und bei weiter fortgeschrittener Verlandung vor, wenn Sand- und Schlicküberlagerung nur noch eine unbedeutende Rolle spielt.

IV. Hartholzauwald

Die Hartholzau nimmt die am höchsten gelegenen Standorte bis zur Spitzenhochwassermarke ein; meist kein Grundwasseranschluß mehr. Den Gesellschaftskomplex kennzeichnen artenreiche, mehrschichtige Laubmischwälder: Fraxinus excelsior, Ulmus minor, U. scabra, Acer campestre, A. pseudoplatanus, Tilia cordata, aber auch Populus alba, Quercus robur und Carpinus betulus. Artenreiche Strauchschicht: Prunus padus, Viburnum opulus, Ligustrum vulgare, Corylus avellana, Euonymus europaea, Vitis vinifera, Humulus lupulus, Crataegus monogyna, Rhamnus cathartica, Rubus caesius. Laubmischwaldarten mit weiterer Amplitude: Angelica sylvestris, Polygonatum multiflorum, Deschampsia cespitosa, Campanula trachelium, Symphytum tuberosum, Listera ovata, Clematis vitalba, Salvia glutinosa, Aegopodium podagraria, Stachys sylvatica (Gliederung siehe ELLENBERG 63, MAYER 74, JURKO 58).

1. Ulmen-Eschen-Auwald (Ulmo minoris-Fraxinetum, ELLENBERG-KLÖTZLI 72, Fraxino-Ulmetum, OBERDORFER 53)

Die feuchte Eschen-Au besiedelt die tiefgelegenen Standorte mit schluffig-sandigen, nachhaltig frischen, feuchten, lehmigen Mull-Kalkauenböden (Grundwasserspiegel unter 2 m Tiefe). Im montanen Voralpengebiet treten zur dominierenden Esche als Begleitbaumarten Bergahorn und Bergulme (Tilia platyphyllos, Fichte in Mittelwaldform) so reichlich auf, daß durch weitgehendes Fehlen von Ulmus minor oft mehr der Charakter eines Bergahorn-Eschenwaldes gegeben ist (Saalachauen). Die submontan-kolline Ausbildung (100–450 m) mit dominierender Stieleiche und reichlich Ulmus minor ist mit dem bodenfeuchten Stieleichen-Hainbuchenwald verwandt (CARBIENER 70). Starke lokale und regionale Differenzierung der Krautschicht. Schweiz: Equisetum hyemale, Pulmonaria obscura (ELLENBERG-KLÖTZLI 72). Südwesten: Lithospermum officinale, Angelica sylvestris (OBERDORFER 57). Westpolen: Gagea lutea, Adoxa moschatellina (Ficario vernae-Ulmetum minoris, MATUSZKIEWICZ 73). In der Ulmen-Eschenau fehlt Buche infolge längerdauernder Sommerüberschwemmung. Im niederschlagsarmen nordwestlichen Flachland (Ems, Münsterland, WATTENDORF 64), bei dem längerdauernde Sommerhochwässer die Ausnahme sind, kann sich die Buche in der sandigen Au trotz der Winterüberschwemmung halten (ELLENBERG 1963; TRAUTMANN-LOHMEYER 1960).

2. Typischer Ulmen-Eichen-Hartholzauwald (Ulmo minoris-Quercetum)

Die typische Harte Au der **Donau-Auen** wird nur noch ganz selten überschwemmt. Grundwasseranschluß ist kaum mehr gegeben, so daß die Baumarten nur mittelwüchsig sind; Stieleiche, Esche, Ulmus minor; ferner Prunus avium, Acer campestre (Carpinus betulus). Anspruchsvollere Sträucher seltener, Ligustrum vulgare, Evonymus europaea. Während ausgesprochene Frischezei-

ger immer seltener werden, kennzeichnen Höhenzeiger (Melica nutans, Knautia drymeia, Carex alba, Carex digitata, Convallaria majalis, Anemone nemorosa, Actaea spicata), die dem feuchten Eichen-Hainbuchenwald fehlen. Eichenreiche Auwälder: Oberrhein (CARBIENER 70), Ems (TRAUTMAN-LOHMEYER 60), Saale (MEUSEL 53), Elbe (NEUHÄUSLOVÁ-NOVOTNÁ 65). Der reichlichere Eschen-Anteil in der Hessischen Rheinebene entstand durch Saat und Pflanzung (STREITZ 67).

Die **Elbe-Auwälder** (PASSARGE 56) kennzeichnen im Gegensatz zu Süddeutschland mehr subkontinentale Arten wie Gagea sylvatica, Lamium maculatum, Alliaria officinalis, Arctium nemorosum. Die Baumartenzusammensetzung in der höheren Stieleichen-Ulmen-Hartholz-Au verschiebt sich bezeichnend. In Auwäldern oberhalb von Dessau ist Esche maximal und optimal im mitteldeutschen Auwald verbreitet. Im mitteldeutschen Trockengebiet (Dessau-Magdeburg) mit Maximum und Optimum der Feldulmen-Verbreitung bei einem Verbreitungsminimum der Flatterulme tritt Esche zurück. Unterhalb von Magdeburg kommt Flatterulme reichlich und optimal vor, während Esche als bestandesbildende Baumart ausfällt.

3. Eichen-Lindenwald (Ulmo-Quercetum tilietosum cordatae)

Die trockene Harte Au besiedelt das höchstgelegene Auwaldniveau. Bei seltenen Überschwemmungen ist das Grundwasser nur ausnahmsweise erreichbar. Wuchs und Ausformung der Stieleiche mäßig. Im alpennahen Oberösterreich (WENDELBERGER 60) reichlich Winterlinde mit Trockensträuchern (Berberis vulgaris, Prunus spinosa, Rhamnus cathartica). **K.**: Carex alba, Convallaria majalis, Viola hirta. Niederösterreichische Ausbildung mit Acer campestre, Viburnum lantana, Cornus mas, Lonicera caprifolium, Pyrus communis. Bei pannonischem Klimaeinfluß (U.-Qu. polygonatetosum latifolii) bezeichnende Trockenarten. Lithospermum purpurocaeruleum, Physalis alkekengi, Fragaria viridis, Astragalus glycyphyllos; randlich Acer tataricum (WENDELBERGER 60).

4. Pannonisch beeinflußter Silikat-Auwald (Ulmo-Fraxinetum parvifoliae)

Während die Auwaldstandorte der Alpenflüsse mit kurzzeitiger sommerlicher Überschwemmung kalkbeeinflußt sind, sind die kalkarmen, tonreichen Silikat-Auwälder der March im Winter und Frühjahr oft Wochen bis Monate überschwemmt. Auf die Weiche Au mit Salix alba folgt, da Alnus incana fehlt, unmittelbar das Ulmo-Fraxinetum parvifoliae, dann die Hartholz-Au (Ulmo-Quercetum), wobei Fraxinus excelsior durch die überschwemmungsresistentere Fraxinus parvifolia ersetzt wird (JELEM-MARGL 75; WWF-Reservat-Marchau, MAYER 77); reichlich Populus alba. Im Südosten noch drei Urwaldbestände (VYSKOT 81): Ranspurk, Mochov, Čahnov. In Südmähren eingehende ökosystemanalytische Untersuchungen (IBP 74).

H. Waldbauliche Charakteristik

1. Standorts- und Gesellschaftsvielfalt

Nirgends in Europa existiert ein kleinflächig so ausgeprägtes Standorts- und Gesellschaftsmosaik, obwohl die Höhenstufenamplitude von den planar-kollinen Eichenwäldern zu den montanen Buchenwäldern eingeschränkt ist. Die klimabedingten Abwandlungen im subkontinental-subatlantischen Übergangsbereich kennzeichnen gleitende Übergänge. Die soziologisch-ökologische Mannigfaltigkeit beruht zum Teil auf der geologischen Vielfalt, da Schichten aller Erdzeitalter oft kleinflächig wechseln, speziell im Jura- und Keupergebiet Südwestdeutschlands. Bodenbasische,

intermediäre und bodensaure Gesteinsgruppen sind zwar nicht lokal, insgesamt aber gleichmäßiger verteilt. Auch die waldgeschichtliche Entwicklung erhöhte die vegetationskundliche Mannigfaltigkeit in diesem Übergangsgebiet. Jeweils in wärmeren und kühleren, trockeneren und feuchteren Klimaperioden konnten spezifische Waldgesellschaften Fuß fassen, die in der Folge auf standörtliche Spezialstandorte (Sonn-Schatten-Seiten, Fels-Moor-Standorte) zurückgedrängt wurden. Auch weniger extreme Reliktgesellschaften treten deshalb überdurchschnittlich häufig auf. Der natürliche Gesellschaftskomplex mit eichen- und buchenreichen Schlußwäldern und begleitenden Dauergesellschaften auf extremeren Standorten macht die oft verwirrende Vielfalt der Waldvegetation verständlich. Sie wird erhöht durch einen intensiven anthropogenen Einfluß seit Jahrtausenden, so daß Naturwälder, naturnahe Wirtschaftswälder und Forstgesellschaften in zufälliger Kombination nebeneinander auftreten. Es überwiegen Naturwald-Ersatzgesellschaften verschiedensten Grades im bunten Wechsel nebeneinander, so daß der Schluß von der aktuellen zur potentiellen Waldvegetation erschwert wird. Das ungemein mosaikhafte Waldbild wird damit verständlich.

2. Standortskundliche Grundlagenerhebung

Geologische Vielfalt, bewegtes Kleinrelief, stärkerer Einfluß des Lokalklimas sowie edaphische Faktoren führen zu mannigfach aufgebauten Mischwäldern, differenzierter Baumartenmischung sowie wechselnder Wuchsrelation und Leistungsfähigkeit. Deshalb reichte die undifferenzierte Beurteilung der Wälder in der Vergangenheit nicht aus, um die ungenügende Leistungsfähigkeit und Schadensanfälligkeit der sekundären Nadelbestände abzuklären. In Mitteleuropa wurden schon früh (1800) Nadelreinbestände angebaut. Als Folge der dabei entstandenen ökologischen und waldbaulichen Probleme wurde eine moderne Standortserkundung (Krauss 39) entwickelt, die kombinierte waldvegetations- und standortskundliche Aussagen zuläßt (Ellenberg 67).

Ohne eingehende soziologisch-ökologische Standortserkundung zur Bestimmung der natürlichen Baumartengarnitur und der noch standortstauglichen Baumartenmischung ist kein nachhaltig leistungsfähiger Waldbau möglich. Die standörtlich so differenzierte Leistungsfähigkeit kann nur durch waldbaulich individuelle Anpassung an die Standortsvielfalt bei Baumartenwahl, Verjüngung und Bestandespflege ausgenützt werden. Nur kleinflächige standorts- und bestandesindividuell differenzierte Waldwirtschaft kann die Leistungsfähigkeit nachhaltig steigern.

3. Anthropogener Einfluß

Von Natur aus waren 90–95% des Gebietes bewaldet. Etwa ⅔ der Flächen wurden gerodet. In den Altsiedlungsgebieten wirkt der anthropogene Einfluß seit Jahrtausenden (Jungsteinzeit): Nutzung, Weide, Streunutzung, Jagd. In warmen Tieflagen entstanden ökologisch noch stabile eichenreiche Nieder- und Mittelwälder. Naturnahe Bestockungen wurden stark reduziert auf Kosten von Nadelbaum-Monokulturen, die zur Bodenverschlechterung und Standortsdegradierung führten. Die entstandenen labilen Ökosysteme sind gegen Insekten und Pilzbefall anfällig. Nach dem Grad der Naturnähe treten alle Übergänge auf: unberührt, natürlich, naturnah, bedingt naturnah, bedingt naturfern, naturfern, künstlich. Geschätzte Naturnähe der Bestockung: 25% naturnaher Wirtschaftswald, 50% naturferner Wirtschaftswald, 25% Nadelbaum-Forstgesellschaft. Mit Beginn der intensiven Forstwirtschaft änderte sich im 18. und beginnenden 19. Jahrhundert relativ rasch die Baumartenzusammensetzung; z. B. Görde-Norddeutschland.

1777	47% Eiche,	19% Buche,	25% Birke/Aspe,	9% Nadelbäume
1894	9% Eiche,	3% Buche,	2% Birke/Aspe,	86% Nadelbäume

Hausrath (07) hat die Waldbestockung im frühen Mittelalter, zu Beginn der Neuzeit und der Gegenwart kartiert. Diesen starken Rückgang der Laubbäume auf Kosten von Fichte und Kiefer wies Dengler (04) archivalisch nach.

4. Forstgenetische Situation

Baumartenvielfalt, differenzierte standörtliche Verhältnisse, subatlantisch-subkontinentales Übergangsklima ohne wesentliche Extreme sowie die waldgeschichtliche Entwicklung haben auf den wuchsgünstigen Standorten bei den Hauptbaumarten der Tieflagen-Schlußwälder zu Landrassen mit breiterem Verwendungsspielraum geführt; Buche, Trauben- und Stieleiche. Im montanen Bergwald, speziell bei reliktischem Randvorkommen, treten spezifische Standortsrassen auf:

Kiefer: Höhenkieferntyp im herzynischen Gebirge und im Schwarzwald mit schmalkroniger und feinastiger Ausformung (Wertholzproduktion). Der nicht extrem lichtbedürftige Ökotyp wurde durch Schnee und Konkurrenz der Schattbaumarten (Fichte, Tanne) selektioniert. Bei **Tieflagenherkünften** können primär gut (Isenburg) und schlecht (Darmstadt) veranlagte Provenienzen auftreten. Nach wahllosem Anbau seit Jahrhunderten ist eine einwandfreie forstgenetische Ansprache vielfach unmöglich durch Fremdbestäubung und sekundäre Bastardierung. Die Erhaltung guter Reliktkiefern (z.B. Selb) mittels Samenplantagen ist erwünscht.

Lärche: Reliktische Vorkommen in buchenreichen Waldgesellschaften (Sudeten, Dunkelsteiner und Wienerwald) sind wüchsig, gut geformt und so gut wie krebsfrei. In den Sudeten sind teilweise fremdrassige (Tiroler) Herkünfte eingebracht worden, so daß die Erhaltung der für den Anbau im außeralpinen Buchenwaldgebiet wertvollen Provenienzen besondere Bedeutung zukommt.

Fichte: Natürliche submontane Arealgrenzvorkommen sind besonders wertvoll; trockenresistente, schmalkronige Lausitz-Fichte, gut geformte Westerhof-Fichte im Harz-Vorland. Die einwandfreie Anerkennung auch von wüchsigen Erntebeständen ist vielfach nicht möglich; Notwendigkeit der Nachkommenschaftsprüfung. In höheren Lagen wurden Tieflagen-Herkünfte mit starker Schneebruchgefährdung angebaut.

Tanne: In den submontanen Tieflagen grassiert derzeit das Tannensterben (Schütt 81), das auf komplexe Ursachen zurückgeht. Es kann auch genetisch mitbedingt sein durch ungenügende Selektion einer erst relativ spät eingewanderten Standortsrasse. Die Selektion eines trocken- und immissionsresistenten Ökotyps steht im Vordergrund (Mayer 80).

5. Leistungsfähigkeit des Mischwaldes

Im Laubwald sind differenzierte Betriebszieltypen möglich. Bei Trauben- (auch Stiel-)eiche steht die Ausnützung der Wertholzfähigkeit auf den wüchsigeren Standorten durch Furnierholzproduktion (Spessart, Pfälzer Wald) im Vordergrund. Neben der bei Buche möglichen Produktion von Stark- und Wertholz kann durch Anreicherung mit standortstauglichen Wertbaumarten (Lärche, Kiefer, z.T. Fichte) die Leistung gesteigert werden. Auf geringerwüchsigen Laubwaldstandorten können anbaufähige Nadelbäume (Kiefer, Lärche) mit ausreichender Laubbaumbeimischung und -Nebenbestand die ungenügende natürliche Ertragsleistung der Standorte nachhaltig verbessern; z.B. Kiefern-Wertholzproduktion (Bamberger Hauptsmoorwald). Im montanen Buchenmischwald ohne und mit Fichte und Tanne werden meist bessere bis beste Wuchsleistungen erzielt (28–32/35 m, 500–800/1000 fm, 4–8/12 fm Zuwachs). Die Produktion von besserem Mittel- und Starkholz steht im Vordergrund.

6. Wirtschaftliche und überwirtschaftliche Produktionsziele (Mayer 76)

Die Standorte sind prädestiniert für die Produktion von Stark- und Mittelholz und die Erzeugung von wertvolleren Sortimenten (Laubbäume, Edellaubbäume, Lärche, Kiefer). Trotz relativ hoher Bewaldung ist, von Österreich und der Schweiz abgesehen, infolge der hohen Bevölkerungskonzentration keine Selbstversorgung mit Holz möglich, so daß die nachhaltige Holzproduktion erheblich gesteigert werden muß, um die Holzimportabhängigkeit zu verkleinern.

Durch die hohe Siedlungsdichte mit zahlreichen industriellen Ballungsräumen (Ruhrgebiet) haben die Sozialfunktionen stark zugenommen: Erholung, Wasserproduktion, Hochwasservor-

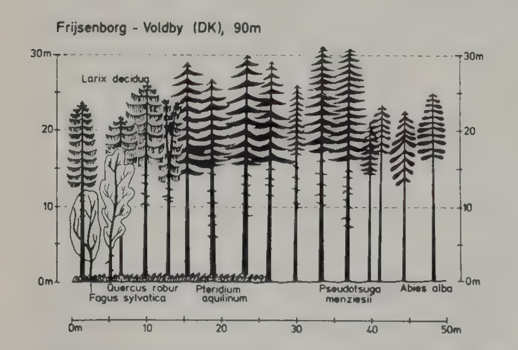
beugung, Klima- und Immissionsschutz, Windschutzanlagen usw. Bei der Holzproduktion müssen also gleichzeitig die überwirtschaftlichen Anforderungen ausreichend berücksichtigt werden. Vordringlich ist eine Produktionssteigerung der Mehrfachfunktionswälder für eine optimumnahe wirtschaftliche und überwirtschaftliche Leistungsfähigkeit. Nur eine intensive und kleinflächige Waldbehandlung kann die soziologisch-ökologische Differenzierung ausnützen und die Leistungspotenz in den langen, oft über 100jährigen (Furnierholzproduktion 200–300 Jahre) Produktionszeiträumen aktivieren. Weck-Wiebecke (61) veranschlagen die mögliche Leistungssteigerung in Deutschland auf rund 20%. Im Nordwesten harren allein in Deutschland 250000 ha Niederwälder der Umwandlung in Hochwald.

7. Umwandlung labiler Kiefern- und Fichten-Reinbestände auf Laubwaldstandorten (Abb. 101)

Auf beachtlichen Flächen (10–20%, lokal bis 30%) stocken bedingt standortstaugliche bis standortwidrige Nadelreinbestände mit Kiefer vor allem auf eichenreichen und mit Fichte auf buchenreichen Ausgangsstandorten. Standörtlich labil sind bodenchemisch bis bodenphysikalisch extreme Standorte, z.B. Fichte auf Pseudogley oder Dolomitrendzina. Die bestandesstrukturelle Labilität fichtenreicher Bestände ist oft noch ausgeprägter; Wind- und Schneebruchgefahr selbst bei intensiver Pflege. Es besteht eine bestandesgefährdende pathologische und entomologische Labilität z.B. durch Insekten-(Borkenkäfer-)Befall nach Trockenjahren, Rotfäule oder Hallimasch. Die Gefährdungen potenzieren sich in Schwachholz-Beständen, so daß Bestandesauflösung in mittelalten Beständen zur vorzeitigen Nutzung zwingt. Damit wird vom Nadelbaumanteil die erhoffte, durch die Jugendentwicklung hochgerechnete Leistung nicht erbracht, da die biologische Wirklichkeit nicht einkalkuliert wurde. Der sekundäre Nadelreinanbau hat viele Ursachen: Bodenreinertragslehre, Wald-Katastrophen, Unkenntnis, Wildüberhege, Streunutzung, Weide. Die entstandenen waldbaulichen Hypotheken müssen kostenaufwendig und großflächig eingelöst werden durch Umwandlung und Melioration labiler und nur kurzfristig leistungsfähiger Monokulturen in nachhaltig produktionskräftigere naturnahe Wirtschaftswälder.

8. Vordringliche Lösung der Wald-Wild-Frage (Mayer 81)

Gerade der Umbau labiler Nadelreinbestände setzt eine konsequente Reduktion der Wilddichten und ihre waldbaulich- und landeskulturelle Anpassung voraus, da mittels großflächiger Zäunung das Problem unlösbar ist. Durch Rodung, Übergang zum kurzumtriebigen schlagweisen Hochwald, Aufbau labiler, vorzeitig zusammenbrechender Nadelreinbestände, hat sich das Äsungsvolumen bei qualitativer Verarmung quantitativ vervielfacht. Die trophäenorientierte



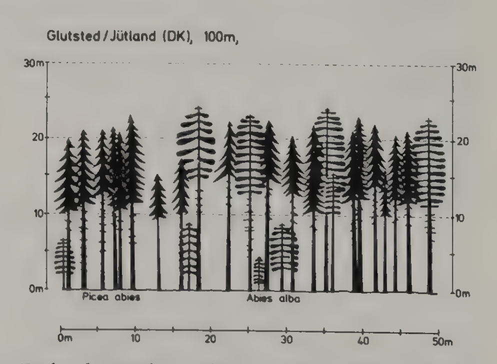


Abb. 101: An der (sub-)atlantischen Buchenwaldgrenze (Jütland) wurden viele Buchenbestände in Nadelbaum-Plantagen umgewandelt, wobei Douglasie, Fichte, aber auch Weißtanne im luftfeuchten Seeklima bei kürzerem Umtrieb relativ gut gedeihen. Mit Zahl der Reinbestandsgenerationen häufen sich die waldbaulichen Schwierigkeiten.

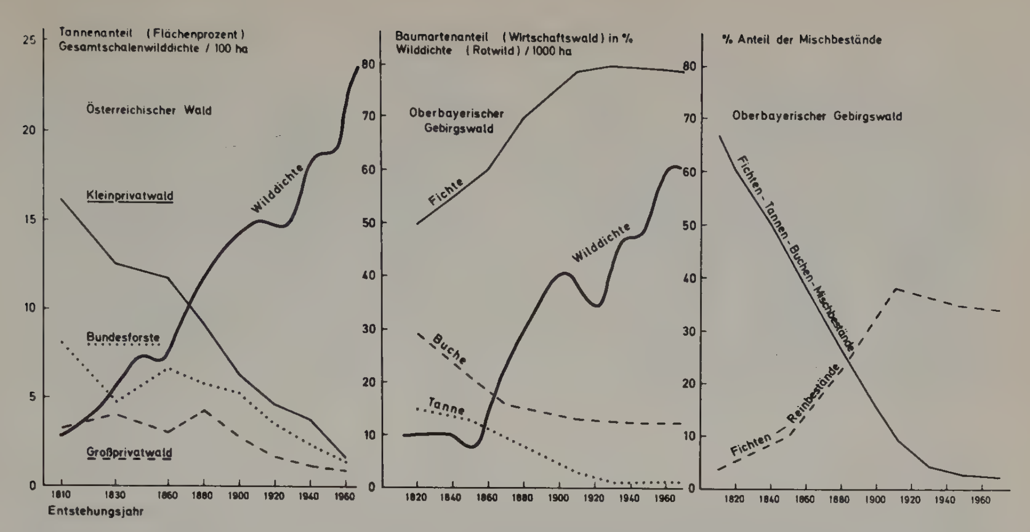


Abb. 102: Entwicklung des Anteiles der Baumarten, Bestandstypen und des Tannenanteiles in verschiedenen Besitzarten des österreichischen Waldes und sowie der Schalenwilddichte (Rotwild); aus MAYER 76. Mit starker, besonders durch Fütterung verursachter Zunahme der Wilddichte (auch andere Nebenfaktoren) ist ein Rückgang der Tanne korreliert. Regional stirbt die Tanne wildbedingt aus.

Jagdwirtschaft erhöhte sekundär durch ungenügenden Abschuß von weiblichem Wild, speziell aber durch Fütterung den Wildbestand auf eine jagdwirtschaftlich optimale Höhe, so daß gegenwärtig in Mitteleuropa großflächig Wilddichten wie noch nie existieren (Abb. 102).

Daraus resultieren direkte und indirekte Wildschäden, die nicht nur lokal waldverwüstenden Charakter annahmen: Starker Verbiß bis lokale Unterbindung der Selbstverjüngungsfähigkeit des Waldes; in Österreich über 50% aller Kulturen stark verbissen, starke Fege- und Schlagschäden, bedeutende Schälschäden bei der Fichte und Buche, wobei flächig (Harz, Nordalpenrand) eine geordnete Waldwirtschaft in Frage gestellt wird; in Österreich 24 Mill. fm Schälschaden (über zweifacher Jahreseinschlag), Gesamtschäden in Österreich Milliarden. Waldbaulich noch gravierender und ökologisch entscheidender ist der selektive Verbiß, der ständige Ausfall von ökologisch stabilisierenden Mischbaumarten (Tanne, Bergahorn, lokal Buche). Die Tanne ist großflächig durch den Verbiß zum Aussterben verurteilt. In mitteleuropäischen Waldreservaten konnte seit 100 Jahren Trophäenjagdwirtschaft keine (oder ungenügend) Tanne von der Ansamung bis in die Kluppschwelle einwachsen. Zur Sicherung der Leistungsfähigkeit und der Mischbaumarten müssen die Wildbestände reduziert und an waldbaulich-landeskulturell tragbare Schäden angepaßt werden: Verbiß höchstens 10% in der Jungwuchsperiode, seltenere Mischbaumarten müssen mit einfachen Mitteln geschützt werden können, keine Schälschäden. Das standörtlich differenzierte Verjüngungsziel darf nicht durch überhöhte Wildschäden gefährdet werden. Eine erhebliche Reduktion der Wildbestände und die weitgehende Einstellung der Fütterung sind wesentliche Voraussetzungen dazu.

Gleich wie sich die Forstwirtschaft mit Hilfe der Standortserkundung zu einer naturnahen nachhaltigen Waldwirtschaft weiterentwickelt hat, muß sich ebenso die Trophäen-Jagdwirtschaft der Vergangenheit durch vorrangige Berücksichtigung der biologischen und ökologischen Zusammenhänge zu einer Ökosystem-nachhaltigen, naturnahen Jagdwirtschaft weiterentwickeln.

9. Ödlandaufforstung

Regional sind Heideflächen (Nordwesten) und Kalködland (Jura) verbreitet, bei deren Aufforstungen Nadelbäume als Vorwaldbaumarten kaum zu umgehen sind, Deutschland 350000 ha (WECK-WIEBECKE 61). Die Aufforstungssteuerung, mit Schwerpunkt im waldarmen Gebiet, ist oft das schwierigere Problem.

10. Ausländeranbau in Tieflagen

Durch relativen Reichtum an wüchsigeren Baumarten in größeren Teilen von Mitteleuropa konzentriert sich das Problem auf kleineren Flächen im nadelbaumfreien Nordwesten. Im Gegensatz zum Osten, wo mangels voll angepaßter Ökotypen bei subkontinentalem Klima mit Frost- und Trockenperioden der Anbau nur lokal erfolgreich war, können im subatlantischen Westen Ausländer zur Leistungssteigerung von geringwüchsigen Laubwaldstandorten beitragen (z.B. Pseudotsuga menziesii, Picea sitchensis, Pinus strobus).

I. Nationalparks und Naturwaldreservate in Mitteleuropa

(Abb.103)

1. Deutschland

Nationalpark Bayerischer Wald, 13000 ha, Gipfelflur 1400 m; pseudoalpine Stufe mit Latsche, subalpiner Bergfichten-Fichtenwald, Fichten-Tannen-Buchen-Bergmischwald; Latschen-Hochmoore.

Naturreservate in Deutschland (358 Reservate, rd. 9780 ha, TRAUTMANN 76).

Baden-Württemberg (DIETERICH et al 70) 41 Naturreservate mit rd. 1700 ha. Bayern (SEIBERT-HAGEN 74) 137 Waldreservate, ca. 5000 ha; z.B. Eichen-Naturschutzgebiet Rohrberg/Spessart (LÖDL-MAYER-PITTERLE 77); Hessen 26 Reservate mit 1000 ha; Niedersachsen 63 Reservate mit 1010 ha (LAMPRECHT-GÖTTSCHE-JAHN-PEIK 74); Nordrhein-Westfalen 40 Reservate mit 600 ha (BUTZKE et al. 75); Rheinland-Pfalz 24 Reservate mit 200 ha (BOHN et al. 78); Saarland 17 Reservate mit 270 ha (SCHMITHÜSEN 73).

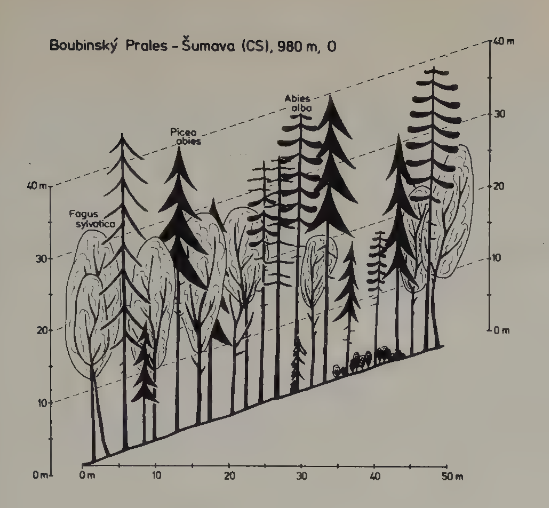
Naturparke in der Bundesrepublik Deutschland siehe BUCHWALD-ENGELHARDT 1980, z.B. Lüneburger Heide 20000 ha.

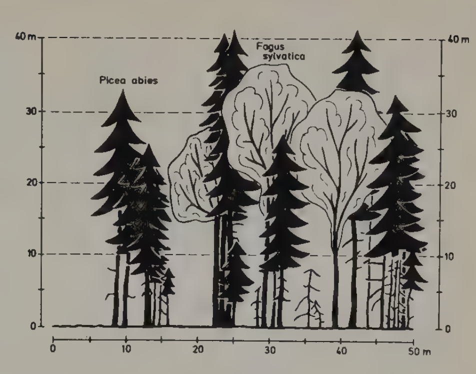
2. Österreich

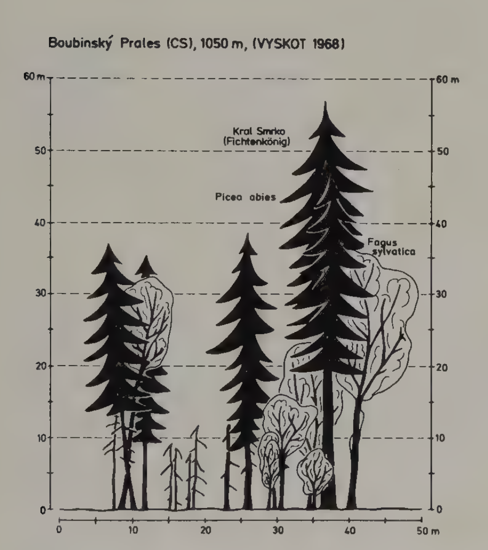
Buchen-Urwald Dobra im Waldviertel: 12,3 ha, Böhmische Masse, 390–550 m, edellaubbaumreicher Waldmeister-Buchenwald, Bergahorn-Linden-Silikat-Blockwald (MAYER 69). Seit der Erstaufnahme sind auf diesem Optimalstandort alle alten Bergulmen ausgefallen (MAYER-REIMOSER 78).



Abb. 103: Mitteleuropäische Waldreservate und Nationalparks.







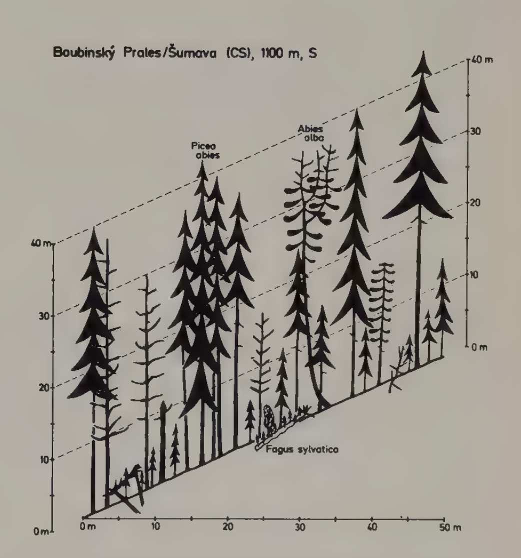


Abb. 104: Waldgesellschaften und Bestandesstrukturen im Urwald Kubany (Boubinský Prales, VYSKOT 68). Der Fichten-König (links unten) wurde vor einigen Jahren geworfen. Großflächig dominiert der Buchen-Fichten-Mischwald mit Maianthemum-Vaccinium myrtillus (rechts oben). In gut drainierten Hanglagen (Rücken) typischer Asperula-Farn-Fichten-Tannen-Buchenwald. Klimaxnaher Petasites albus-Fichten-Tannenwald in vernäßten Mulden (rechts unten).

Laubmischwaldreservat Freyensteiner Donauwald: 19,5 ha, Donaueinhänge 220–400 m, Laubmischwälder mit Buche, Eiche, Hainbuche, Ahorn, Erle, Ulme, Schwarzerle, Kiefern- und Lärchenrelikte – natürlicher Fichten-Tannenwald (MAYER 69).

Johannser Kogel im Flysch-Wienerwald: 25 ha, 270–390 m, Traubeneichen-Zerreichen-Hainbuchenwald, Waldmeister-Buchenwald, 200–400 j. Altbäume (MAYER-TICHY 79).

WWF-Reservat Marchauen-Marchegg: 200–1000 ha, pannonische Silikat-Au mit Silberweidenau, Quirleschenau und Stieleichen-Hartholzau; Vogelparadies mit Storchennestkolonie auf Stieleiche (MAYER 77).

Weitere außeralpine Reservate siehe MAYER-ZUKRIGL 80.

3. Schweiz

Außeralpine Reservate des Züricher Waldbau-Institutes, z. B. Krummlinden (LEIBUNDGUT 57).

4. Frankreich

Le petite Pierre (gemischte Buchen-Eschen-Kiefernwälder auf Sandsteinstandorten). Markstein (typische Bergmischwälder mit Eiche, Buche und Tanne) in den Vogesen.

5. Tschechoslovakei (VYSKOT et al. 81)

Nationalpark Krkonoše (Riesengebirge): 38500 ha, kristalline Böhmische Masse bis 1600 m, reliktische alpine Vegetation, subalpine Torfmoore, subalpiner Fichtenwald, montaner Fichten-Tannen-Buchen-Mischwald; endemische Flora und Fauna.

Kubany-Urwald (Boubinský prales): Seit 1858, 47 ha, 940–1105 m, bodensaurer Fichten-Tannen-Buchenwald, reichlich Petasites- und Equisetum-Fichten-Tannenwald und Fichtenwald. 62% Fichte, 4% Tanne, 34% Buche, Vorrat 600–1000/813 fm Derbholz, Alter bis 350–450 Jahre (Fichtenkönig, durch Sturm geworfen, 160 cm ∅, 57,7 m, 54 Vfm).

Viele Naturwaldreservate mit urwaldartigem Aufbau in Böhmen und Mähren, z. B. Milešice/Böhmerwald, Bila-Opava/Altvatergebirge, Plöckensteiner See/Böhmerwald, Stožec – Medvêdice/Böhmerwald, Auwald Mochov/Ostböhmen, Čahnov/Marchauen, Ranspurk/March (siehe VYSKOT et al. 81; 140 Reservate). Böhmen und Mähren 11 Naturparke, darunter Böhmerwald (Šumava) mit Kubany-Urwald, Jeseniky (Altvatergebirge in den Sudeten), Böhmischer Karst; Abb. 104).

6. Polen

Wolin/Stettin 4628 ha, 0–115 m, Insel im Baltischen Buchenmischwaldgebiet mit Küsten-Steilklippen, Moränen-Seelandschaft. Buchenmischwald mit Eiche und Kiefer; Seeadler (Abb. 93).

Slowinski: 5440 ha, 0–115 m, Ostsee-Küstengebiet mit bis 50 m hohen Dünen, Salzseen, Marschland und Empetrum-Küsten-Kiefernwälder, Erica tetralix, Myrica gale; Rot- und Rehwild.

Westeuropäische Laubwaldregion

A. Geobotanischer Überblick

1. Abgrenzung des Gebietes

Britische Inseln, schmaler Küstenstreifen von Bergen bis West-Jütland, nordwestlichstes Deutschland, Gebiet vom Westabfall der deutschen Mittelgebirge bis französisches Mittelgebirge und Westpyrenäen, nördliches und nordwestliches Kantabrisches Gebirge bis zum Douro.

2. Standortsverhältnisse (Roisin 69)

Atlantischer Klimacharakter (Abb. 105): Durch ganzjährigen Einfluß (süd-)westlicher Winde und des Golfstroms entsteht ein ausgeprägt ozeanisches Klima mit milden, oft frostfreien Wintern, seltenem Schneefall (Irland und Großbritannien Januartemperatur 3–7° C) und kühlen, regnerischen Sommern (Julitemperatur 12–17° C). Die in Europa geringste Temperaturamplitude (8–14° C) und eine stark höhenbedingte Temperaturabnahme verursachen besonders im Westen eine sehr niedrige Waldgrenze; Südwest-Irland 180–240 m, Mittelengland 400 m, Nordost-Schottland 600 m

Niederschläge sind im Durchschnitt nicht übermäßig hoch (800–1500 mm), sie erreichen bei Gebirgs-Staulagen in West-Norwegen, Irland, Schottland oder Kantabrien Werte von 2000–3000 mm. Die Regenverteilung ist typisch ozeanisch mit doppelter Gipfelung im Frühjahr und Herbst. Vom relativen Trockenpol (Themse-Mündung 500 mm) bis zum Lake-District (6350 mm) streuen die Niederschläge stark, so daß erhebliche regionale Klimaunterschiede bestehen. Viele Regentage und häufige Nebel reduzieren die mögliche Sonnenscheindauer stark (40% Irland; 25–35%). Längere Trockenperioden oder ausgeprägte Spätfröste sind bei dem humiden Klima nicht zu befürchten. Trotzdem sind Bodenfröste relativ häufig (Oxford 100 Tage).

Im **hyperatlantischen Sektor** ohne Fröste mit hoher Luftfeuchtigkeit, reichlich Nebel und vielen Regentagen (Irland 200–240) bei nicht überdurchschnittlichen Niederschlägen (750–1500/2000 mm) ermöglicht das wintermilde (5–7° C) und sommerkühle (14–16° C) Klima mit geringer Temperaturamplitude (8–11° C) ein optimales Graswachstum (Wiesen, Weiden). Immergrüne (Ilex, Taxus) und Waldarten (Luzula sylvatica, Conopodium majus, Webb 1952) gedeihen auch im Freien.

Windeinfluß in Küstennähe: Die durchschnittliche Windgeschwindigkeit beträgt in den Niederlanden an der Küste 6,0–7,0 m/sec., 50 km landeinwärts immer noch 5,0 m/sec. Binnenländische Werte unter 3,0 m/sec. werden erst bei 200 km Küstenabstand erreicht. Die Windzonenkarte der Forestry Commission für Großbritannien zeigt analoge Zusammenhänge (Abb. 106). Besonders windbeeinflußt sind Nordwest-Schottland und die Westküste, Südost-England ist am windruhigsten. Durch die starke durchschnittliche Windgeschwindigkeit ist vor allem die Westküste teilweise baumfrei und es treten ausgedehnt extreme Windformen auf.

3. Pflanzengeographische Charakteristik (Abb.107)

Die nivellierende Wirkung des ozeanischen Klimas auf trockene und feuchte Standorte schränkt die Vegetation stark ein, ebenso das Vorherrschen silikatischer Ausgangsgesteine. Im humiden Klima werden die Böden stark ausgelaugt, wobei ausgeprägte Podsolböden, auch in Tieflagen, typisch sind.

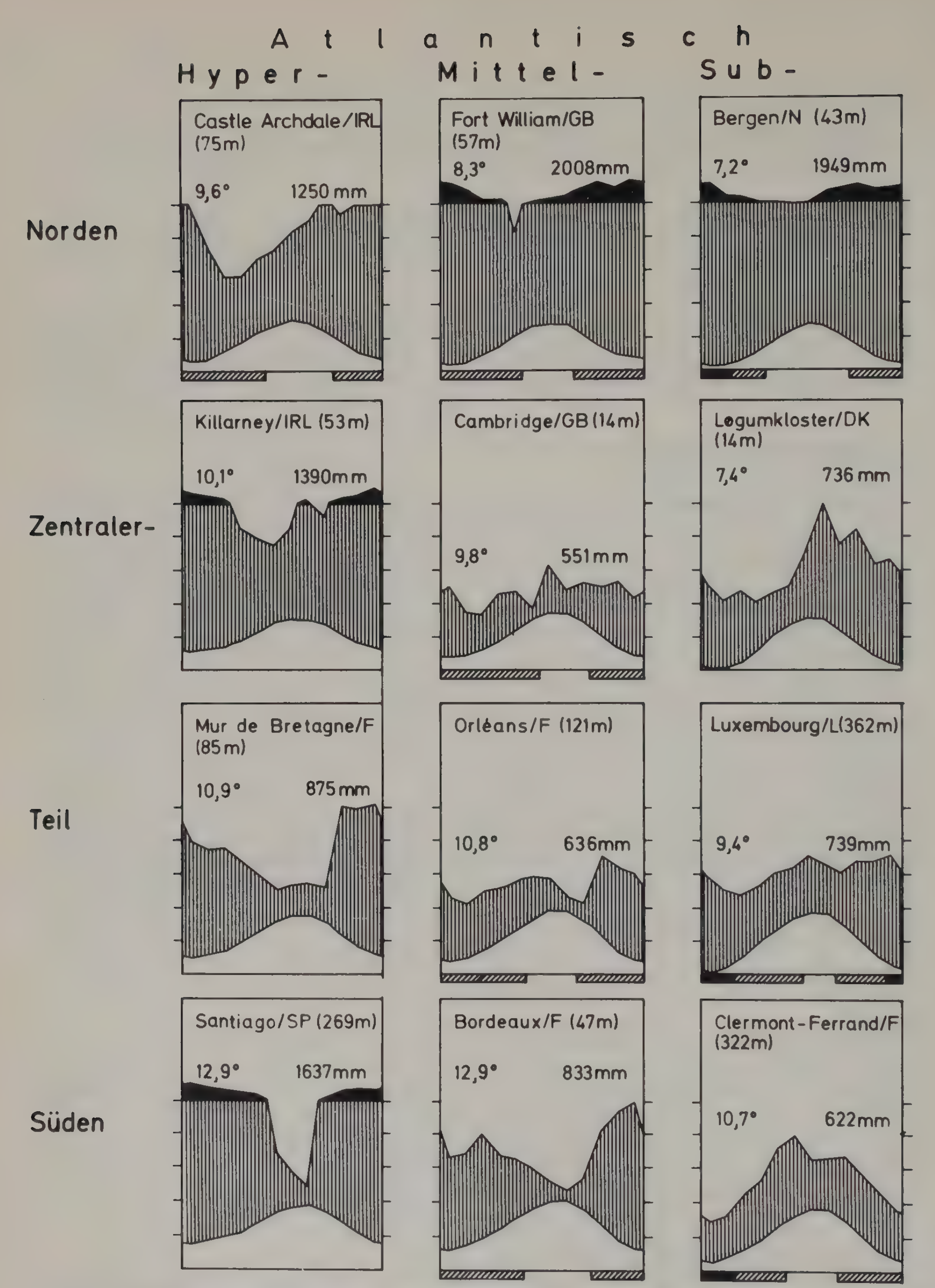


Abb. 105: Klimadiagramme atlantischer Tieflagen-Standorte. Vom westlichen hyperatlantischen Bereich zum östlichen subatlantischen nehmen die Niederschläge nur wenig ab, die Niederschlagsverteilung stellt sich vom doppelten Maximum im Herbst und Frühjahr zum Sommermaximum im Osten um, dagegen nehmen gleichzeitig Jahrestemperatur, Vegetationszeit (lange Winterkälte) zu, besonders deutlich bei submediterranem Einfluß (Bordeaux).

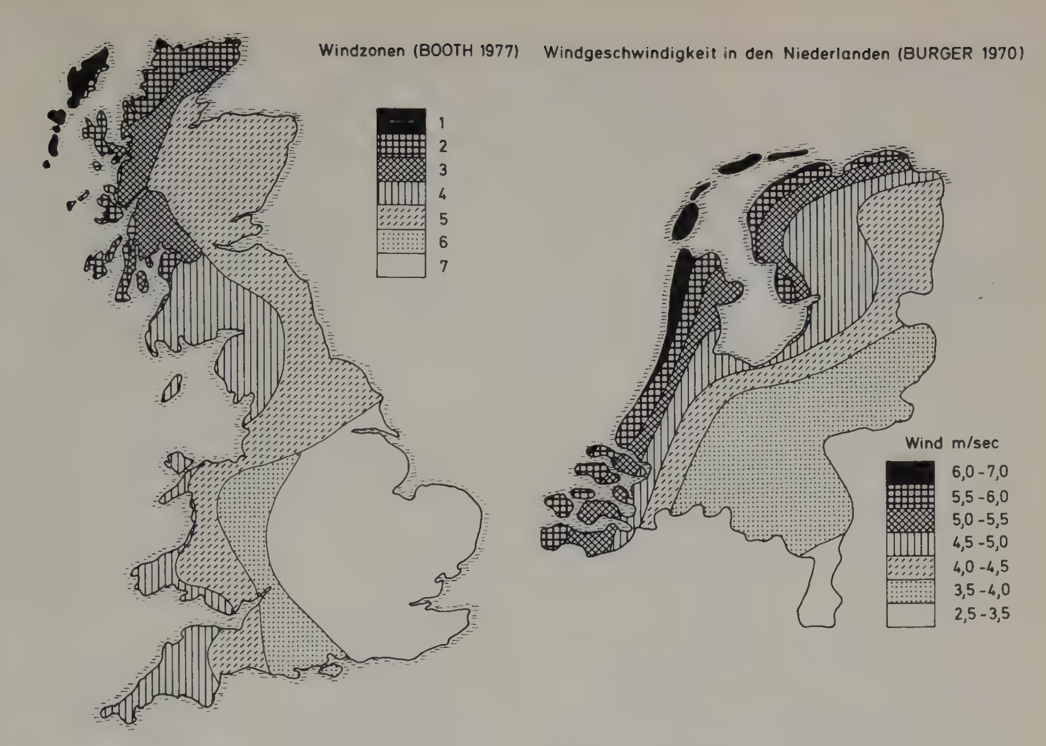


Abb. 106: Entscheidender Standortsfaktor Wind im westeuropäischen Küstengebiet. In Großbritannien (BOOTH 77) ist nach den Windwurf-Gefahrenklassen nur das südöstliche Buchenwaldgebiet einigermaßen windruhig. Im Windschutz der Britischen Inseln nimmt in den Niederlanden (BURGER 70) schon in Küstenähe die Windgeschwindigkeit so rasch ab, daß die Windwurfgefährdung im Hinterland gering ist.

In dem nahezu nadelbaumfreien (außer Pinus sylvestris, Taxus baccata, Juniperus communis) Laubwaldgebiet dominieren Quercus petraea et robur, Betula, Fraxinus, während Carpinus und Fagus im hyperatlantischen Küstenbereich fehlen und erst im Osten konkurrenzkräftig sind. Immergrüne Arten Ilex aquifolium, Taxus baccata, Hedera helix; Ginster-Arten (Sarothamnus, Ulex, Genista) und vor allem Zwergsträucher (Erica, Calluna) gedeihen in dem wintermilden bis frostfreien Klima gut, selbst ohne Schirm. Im hyperatlantischen Südwest-Irland kommen sogar mediterrane Arten vor (Erica arborea, Arbutus unedo); im Südwesten auch Quercus ilex und Qu. suber. Den Lorbeerwald-Charakter im Nationalpark Killarney unterstreichen Prunus lusitanica, Pr. laurocerasus, Laurus nobilis und Viburnum tinus (LÜDI 52).

Durch den langen menschlichen Einfluß entwickelten sich nach früher Entwaldung ausgedehnte Ginster- und Zwergstrauchheiden, welche heute die atlantische Landschaft prägen. Gleichzeitig treten in Hoch- und Tieflagen ausgedehnte Hochmoore, auch in Hanglagen, auf. Im hyperatlantischen Westen bilden Alnus glutinosa und Fraxinus excelsior, in Mitteleuropa auf feuchte Standorte angewiesen, auf durchschnittlichen Hanglagen die Klimaxbestockung. Es fehlen ausgeprägte Trockenwälder, vielfach auch Birkenbruchwälder, da auf feucht-sauren Standorten sofort Dekken- oder Hochmoorbildung einsetzt.

Geoelemente (ROISIN 69)

Hyperatlantische Geoelemente: Euphorbia portlandica, Daboecia cantabrica, Saxifraga spathularis, Hymenophyllum tunbrigense, H. unilaterale.

Typische eu-atlantische Geoelemente: Carex laevigata, Narthecium ossifragum, Corydalis claviculata, Endymion nutans, Genista anglica, Potentilla splendens, Wahlenbergia hederacea (Pyrola serotina nordatlantisch), Polystichum aemulum, Deschampsia setacea.

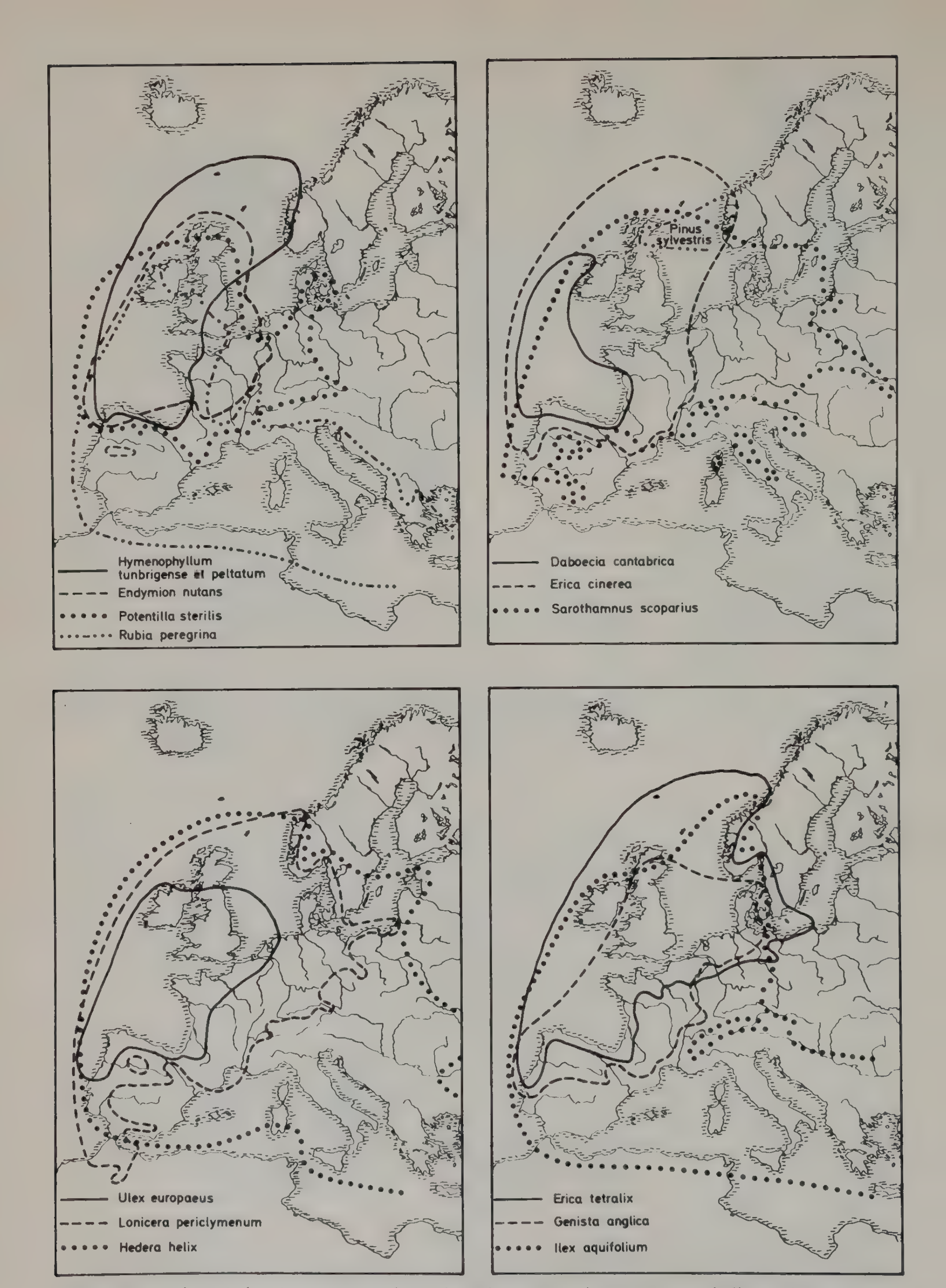


Abb. 107: Areale typischer Arten. Hyperatlantisch: Daboecia cantabrica, Hymenophyllum, Ulex europaeus. Atlantisch: Endymion nutans, Erica cinerea, E. tetralix, Genista anglica. Subatlantisch und atlantisch: Ilex aquifolium, Hedera helix, Potentilla sterilis, Sarothamnus scoparius, Lonicera periclymenum. Südwestatlantisch: Rubia peregrina (ähnlich Ruscus aculeatus). Ferner schottische Kiefer.

Elemente atlantischer Zwergstrauchheiden: Myrica gale, Genista anglica, Erica mediterranea, Ulex europaeus, U. nanus, U. galii, Erica tetralix, E. cinerea, E. vagans, E. ciliaris, E. lusitanica.

(Sub)atlantische-(sub)mediterrane Geoelemente: Pinus pinaster, Castanea sativa, Acer monspessulanum, Pyrus cordata, Quercus pyrenaica, Salix atrocinerea, Ilex aquifolium, Tamarix anglica, Helleborus foetidus, Carex strigosa, Osmunda regalis, Luzula forsteri, Tamus communis, Daphne laureola, Primula vulgaris, Peucedanum gallicum, Rubia peregrina; ferner Saxifraga umbrosa, Pulmonaria longifolia, Sibthorpia europaea, Scillo lilio-hyacinthus.

Subatlantische Geoelemente: Lonicera periclymenum, Rosa arvensis, Sarothamnus scoparius, Genista pilosa, Gagea spathacea, Potentilla sterilis, Teucrium scorodonia, Digitalis purpurea, Galium saxatile, Chrysosplenium oppositifolium, Helleborus viridis ssp. occidentalis, Lysimachia nemorum, Pulmonaria tuberosa, Narcissus pseudonarcissus, Hypericum pulchrum.

4. Waldgeschichte (Britische Inseln, Godwin 56, Abb. 108)

Zeitabschnitt	Irland	England
I	Zwergweiden-Tundra	Birken-Parktundra
II	Birkenwald	Birkenwald
III	Zwergweiden-Tundra	Birken-Parktundra
IV	Birkenwald	Birken-Kiefernwald
V	Hasel-Birkenwald	Kiefernwald
VI	Hasel-Kiefernwald	Hasel-Kiefernwald
VII	Erlen-Eichen-Kiefernwald	Erlen-Eichen-Ulmen-Lindenwald
VIII	Erlen-Eichenwald	Erlen-Eichen-Ulmen-Lindenwald
IX	Erlen-Birken-Eichenwald	Eschen-Eichen-Ulmen-Birken-(Buchen-)wald
X	zunehmende Waldvernichtung durch den Menschen	

Mit Verspätung setzt in Irland die Waldentwicklung ein und anspruchsvollere Edellaubbäume konnten sich nie durchsetzen. In England dominieren seit 7000 Jahren Eiche und Edellaubbäume und von der einst weit verbreiteten Kiefer blieben nur in Schottland Relikte über. Quercus ist die vegetationsgeschichtliche Hauptbaumart.

Waldgeschichte: Zentralmassiv (Lang-Trautmann 61, Beaulieu 69) und Kantabrisches Gebirge (Florschütz et al. 62).

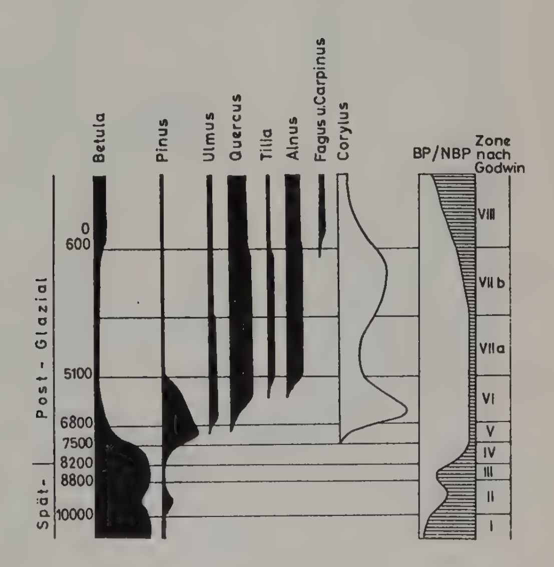


Abb. 108: Schematisiertes, spätquartäres Pollendiagramm aus England (West 61, Godwin 56). Pollenzonensystem nach Godwin, Jahreszahlen v. Chr. (aus Walter-Straka 70).

5. Gliederung des Gebietes (Abb. 109)

a) Hyperatlantisches Gebiet

Küstennaher Westen der Britischen Inseln (besonders Irland) und in Frankreich. Im wärmeren Südfrankreich ist diese Zone schmäler und weniger typisch ausgebildet. Kennzeichnend: Eichenwald-Dominanz, ausgedehnte Eschen- und Schwarzerlenbestände, Fehlen von Eichen-Hainbuchen- und Buchenwäldern, sehr farn- und moosreiche Gesellschaften, ausgedehnte Zwergstrauchheiden und Moore.

b) Zentralatlantisches Gebiet

Ostteil der Britischen Inseln, Nord- und Mittelfrankreich, höheres und östliches Südwest-Frankreich. Kennzeichnend: Eichenwälder auf bodensauren, Eichen-Hainbuchenwälder und Buchenwälder auf mittleren bis basenreicheren Standorten. Subatlantischer Grenzbereich an der Ostgrenze anschließend.

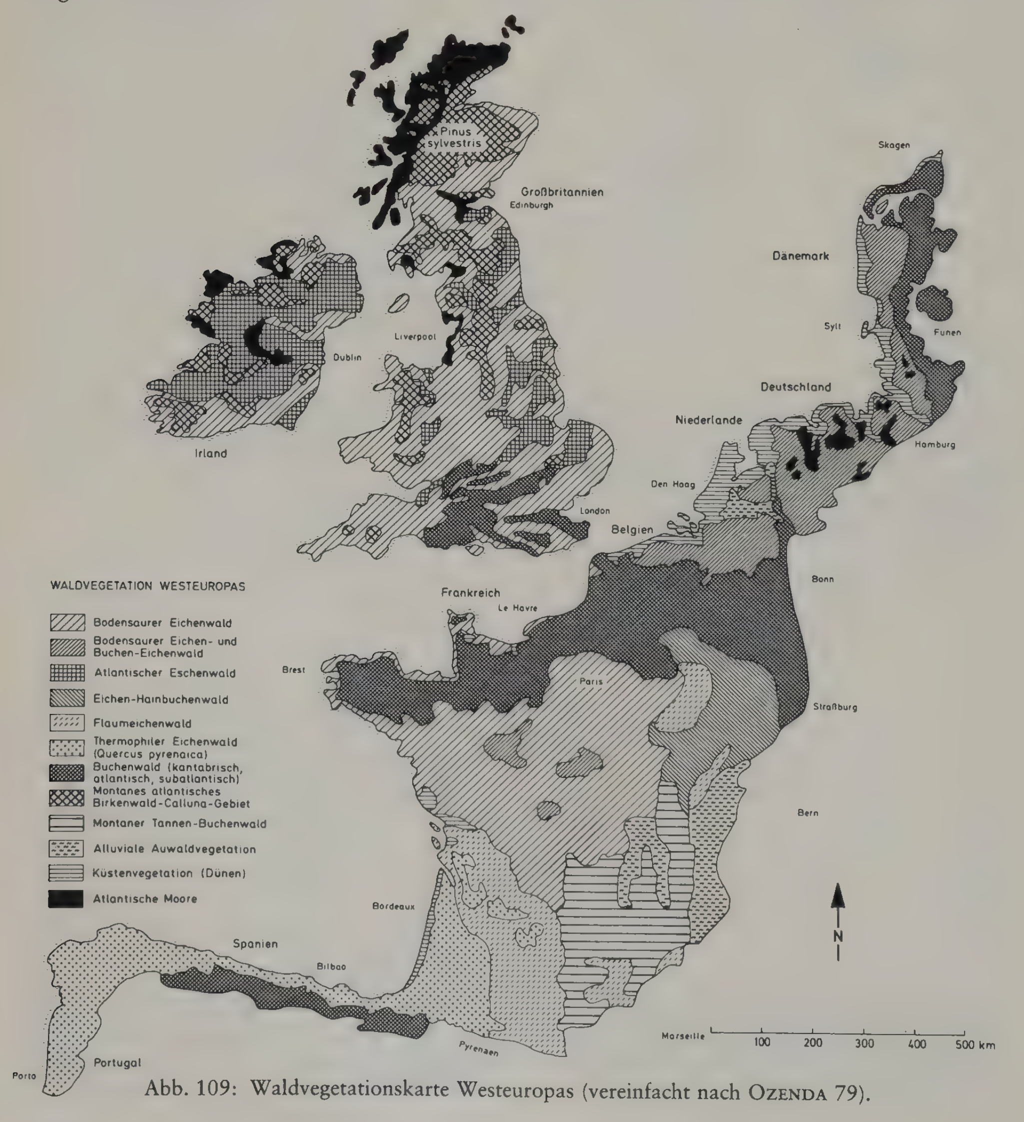


Abb. 109: Waldvegetationskarte Westeuropas (vereinfacht nach OZENDA 79).

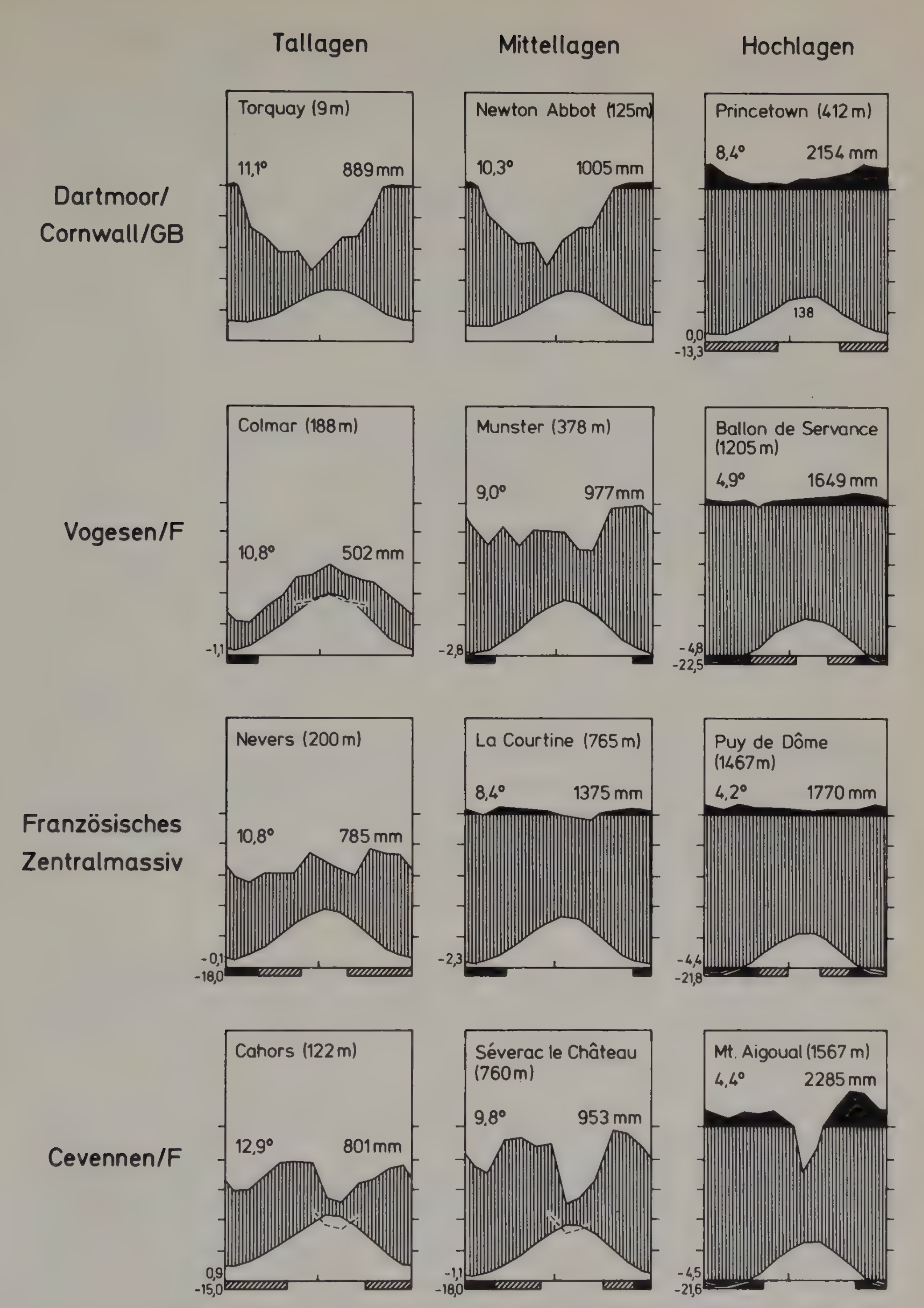


Abb. 110: Klimadiagramme von Tal-, Mittel- und Hochlagen im atlantischen Bergland. Noch in Südengland ist der Klimagradient so ausgeprägt, daß Princetown waldfrei ist. Die Vogesen im subatlantischen Grenzbereich, ebenso französisches Zentralmassiv, haben schon annähernd mitteleuropäisches Klima. In den Cevennen an der mediterranen Grenze zeigt sich schon deutlich die sommerliche Niederschlagsdepression.

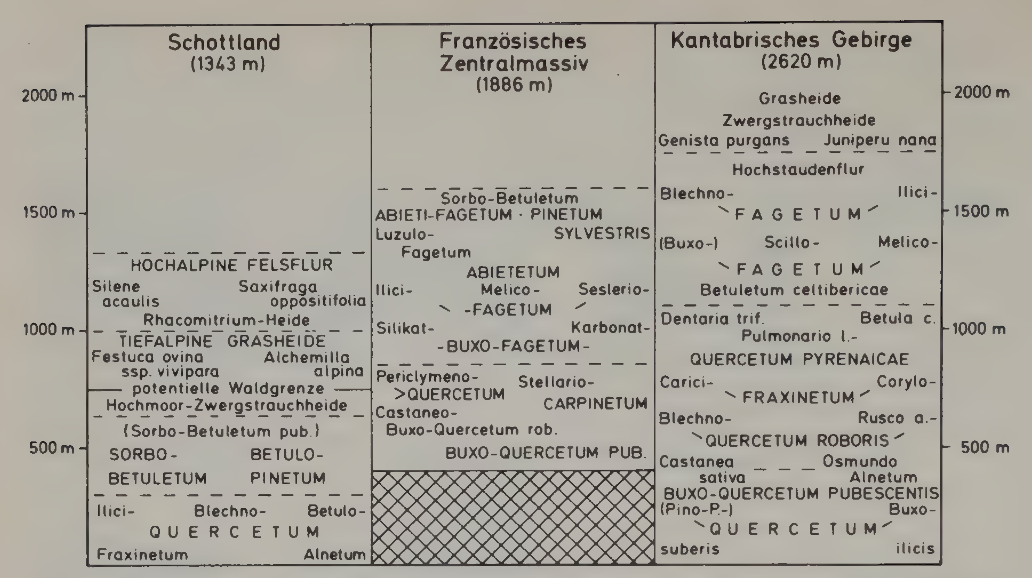


Abb. 111: Höhenstufen in westeuropäischen Gebirgen. Schottland: Nordwestatlantisch wird bei stark gedrückter Waldgrenze das Quercetum vom Kiefern- und Birkenwald überlagert. Im französischen Zentralmassiv an der südöstlichen Grenze des Atlantikums macht sich der (sub-)mediterrane Einfluß bemerkbar, aber auch noch ein mitteleuropäisch-montaner (Tanne, Buche). In Kantabrien treten atlantisch-mediterrane Tieflagenwälder auf und Quercus pyrenaica charakterisiert; breite Buchenwaldstufe.

c) Subatlantisches Gebiet

Benelux-Staaten mit angrenzendem Nordost-Frankreich, Nordwest-Deutschland, Jütland. Eingeschränkte Verbreitung des Eichenwaldes durch größere Konkurrenzkraft des Eichen-Hainbuchen- und Buchenwaldes, anspruchsvollere Laubmischwälder.

d) Südatlantisches Gebiet

Gebiet südlich des Seine-Beckens über Südwest-Frankreich bis nach Kantabrien und Nord-Portugal. Zurücktreten des Buchenwaldes in den Tieflagen, Ausklingen des Stieleichenwaldes, Auftreten wärmeliebender Gesellschaften mit Quercus pubescens, Qu. ilex, Qu. suber und Qu. pyrenaica.

e) Nordwestatlantisches Gebiet

Mittel- und Nordschottland; Eichen- und Birkenwaldgebiet mit Kiefernwaldrelikten; niedrige Waldgrenze mit subarktisch-alpiner Hochlagenvegetation. Atlantische Ausbildung der nordeuropäischen Waldregion.

f) Atlantische Gebirge (Abb. 110, 111)

Schottisches Hochland, Französisches Zentralmassiv, Westpyrenäen und Kantabrisches Gebirge. Vogesen und Schweizer Jura siehe Mitteleuropa.

B. Zentralatlantisches Eichenmischwaldgebiet (Abb. 112)

Überblick über die Eichen-Tieflagenwälder nach Leitgesellschaften

Gesteinsunterlage	Silikat	Intermediär	Karbonat
Hyperatlantisch	Betulo- Blechno- Quercetum	Querco-Fraxinetum Fraxino-Quercetum	Dryopterido- Hyperico- Fraxinetum
Atlantisch	Ilici- Betulo-Quercetum Fago-	Endymio- Quercetum Carpinetum Rusco- Quercetum Carpinetum	(Daphno-Quercetum) Primulo-Carpinetum
Subatlantisch	Periclymeno- Luzulo- Quercetum Fago-	Pulmonario- Carpi- Stellario- netum	Primulo- Scillo- Carpinetum
Südatlantisch	Blechno-Quercetum roboris Betulo-Quercetum pyrenaicae Betulo-Quercetum suberis	Pulmonario l. – Quercetum pyr. Holco- Rusco- Quercetum r.	(Cephalanthero-Quercetum pyr.) Buxo-Quercetum pubescentis Quercetum ilicis

Wenn auch ein kritischer Gesellschaftsvergleich eine zusammenfassende Bearbeitung voraussetzt (Tüxen 75), so zeichnen sich deutliche Leitlinien ab: Unabhängig vom Klimacharakter treten auf Silikat-Standorten nur Quercion roboris-petraeae-Gesellschaften auf. Auf Karbonat ist die Gesellschaftsvielfalt am größten. Hyperatlantisch fehlt der Eichen-Hainbuchenwald und wird durch den Eschenwald ersetzt. Auch zentralatlantisch alternieren auf intermediären Standorten Quercetum- und Carpinetum-Gesellschaften. Erst subatlantisch drängt das Carpinetum das Quercetum auf bodensaure Standorte zurück. Südatlantisch herrscht ein spezieller Gesellschaftskomplex. Der mitteleuropäische Eichen-Hainbuchenwald fehlt. Mediterrane und iberische Elemente prägen die Vegetation. Das Quercion robori-petraeae klingt aus.

I. Atlantische bodensaure Trauben- und Stieleichenwälder

1. Gliederung der bodensauren Eichenwälder (Quercion robori-petraeae)

In bodensauren artenarmen Laubwäldern (Kolloquium Lille, Géhu 75) treten azidophile Arten durch größere klimatische Amplitude so gleichmäßig bei fließenden Übergängen im Ilici- oder Luzulo-Quercetum, Fago-Quercetum und Betulo-Quercetum auf, daß eine eindeutige vegetationskundliche Trennung zwischen Fago-Quercetum und Betulo-Quercetum mangels Charakter- und Differentialarten unmöglich ist (Tüxen 75). Durch den erheblichen, stark nivellierenden anthropogenen Einfluß lassen sich primäre (Betulo-Quercetum) und sekundäre (Querco-Betuletum) Einheiten systematisch nicht befriedigend trennen, wenn auch die Selbständigkeit des Betulo-Quercetum nach Struktur, Verbreitung, Standort und spezifischer Ersatzgesellschaft ausreichend belegt ist. Durch die lokale Abstufung der Degradierungsphasen liegt die geographische Gliederung in vikariierende Kleinassoziationen nahe (Sissingh 75). Erst ein Prodromus der Quercetea robori-petraeae wird die lokale und regionale Vielfalt auf die wenigen typischen Einheiten zurückführen.

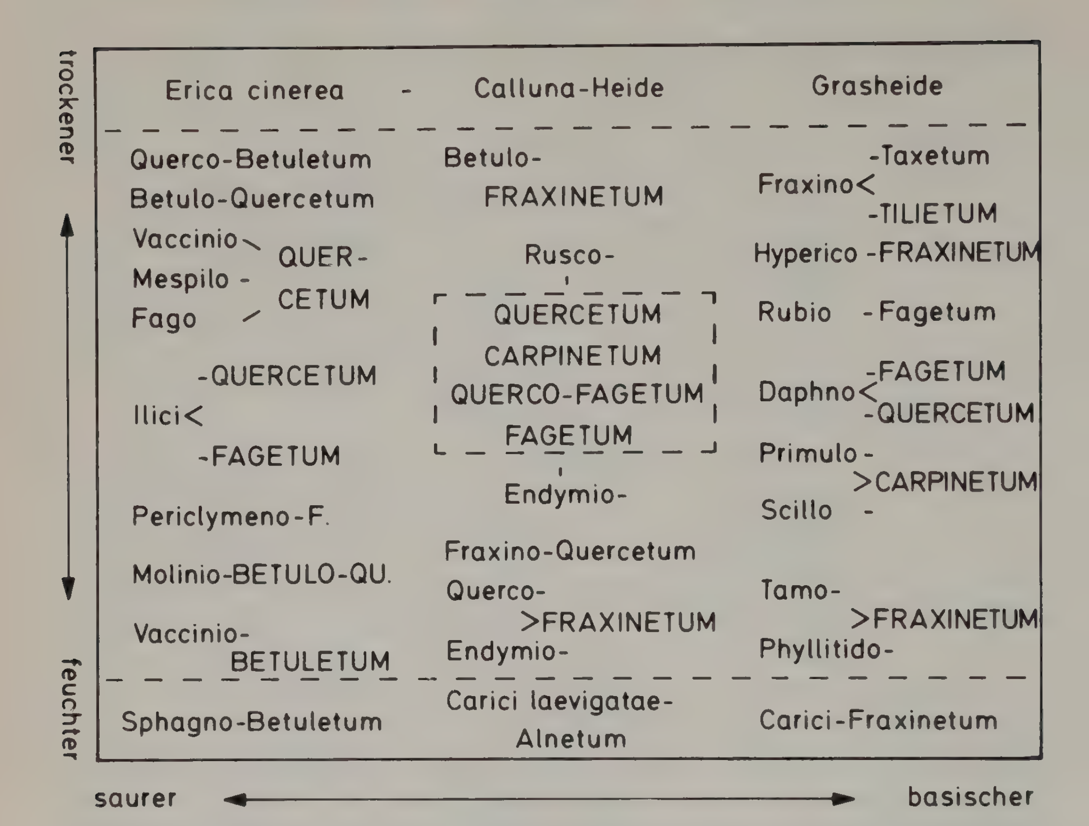


Abb. 112: Waldgesellschaftskomplex im atlantischen Eichenmischwald. Analoge Quercetum-, Carpinetum- und Fagetum-Gesellschaften auf ärmeren, trockeneren und frischeren Standorten begründen das mosaikartige Gesellschaftsgefüge, von extrem saurem Substrat abgesehen. Eschen bilden auf frischeren, aber auch auf trockeneren Standorten differenzierte Gesellschaften.

Quercion robori-petraeae-Arten

Einheitliches Grundgefüge azidophiler Arten: Calluna vulgaris, Holcus mollis, Lonicera periclymenum, Melampyrum pratense, Teucrium scorodonia, Carex pilulifera, Potentilla erecta, Pteridium aquilinum, Polytrichum formosum, Dicranum scoparium, Leucobryum glaucum.

Geographische Differentialarten (in den mehr subatlantischen Niederlanden, Doing 75): Thelypteris limbosperma, Polygonatum verticillatum; kollin (Quercus robur, Sarothamnus scoparius), nördlich (Plagiothecium undulatum, Rhytidiadelphus loreus), südlich (Mespilus germanica, Festuca heterophylla, Sorbus torminalis), subkontinental (Tilia cordata, Calamagrostis arundinacea), atlantisch (Endymion nutans, Conopodium majus, Ulex europaeus, Primula vulgaris, Ruscus aculeatus, Luzula forsteri).

Unter Berücksichtigung von Verbreitung, Klima, Sukzession und Bodenzustand scheidet Doing (75) für die Niederlande zwei Unterverbände aus: Vaccinio- und Violo-Quercion. Infolge der anthropogen stark beeinflußten Naturwälder und der schwierigen vegetationskundlichen Ansprüche gliedert Sissingh (75) für die Niederlande das Quercion in geographisch vikariierende Rassen: Violo-Quercetum petraeae, Ilici-Qu., Dicrano-Qu., Betulo-Qu., Convallario-Quercetum dunense, Luzulo-Qu., Digitalo-Qu.

Im atlantischen Buchen- und Hainbuchenareal sind reine Eichenwälder auf planar-submontane Spezialstandorte beschränkt: extrem bodensaure Böden, Blockstandorte, Steinschutthänge, wo die beiden Schattbaumarten nicht konkurrenzkräftig sind. Außerhalb des Areals der Schattbaumarten treten mischungsarme Eichenwälder auch auf durchschnittlichen bodensauren bis basenreichen Böden auf.

2. Stechpalmen-Eichenwald (Ilici-Quercetum, Abb. 113)

Auf schwach podsolierten Böden tritt ähnlich wie im Periclymeno-Quercetum in Stiel- und Traubeneichenwäldern regelmäßig Ilex aquifolium, vielfach stark deckend, auf, vereinzelt auch Taxus baccata. Einerseits werden luftfeuchte, küstennahe Standorte besiedelt, andererseits hat sich Ilex weidebedingt stärker ausgebreitet. Die Gesellschaft steht dem hyperatlantischen Blechno-Quercetum nahe und korrespondiert mit dem Ilici-Fagetum (Britische Inseln). Moorbirke, Schwarzerle, Eberesche, Esche, Hasel begleiten. Wichtigere Arten: Blechnum spicant, Digitalis purpurea, Dryopteris filix-mas, Galium harcynicum, Hypericum pulchrum, Lonicera periclymenum, Potentilla erecta, Rubus fruticosus, Solidago virgaurea; wechselfeuchte Molinia coerulea-Ausbildung. Den «montanen» farnreichen Eichenwald (Dryopterido-Quercetum, Wistmanns Wood; Abb. 113, Tansley 39, 65) mit Luzula sylvatica kennzeichnen Dryopteris dilatata, D. carthusiana, D. filix-mas, Athyrium filix-femina, Pteridium aquilinum.

3. Mispel-Trauben-Stieleichenwald (Mespilo germanicae-Quercetum, Frileux 75)

In der westlichen Normandie auf weniger luftfeuchten, etwas wärmeren, podsolierten Silikat-Standorten. **B.:** Buche, Moorbirke, Castanea sativa. **S.:** Ilex aquifolium, Corylus avellana. **K.:** Avenella flexuosa, Vaccinium myrtillus, Teucrium scorodonia, Leucobryum glaucum, Mnium hornum.

4. Zwergstrauch-Traubeneichenwald
(Vaccinio myrtilli-Quercetum petraeae, Clement-Gloaguen-Touffet 75)

In der Bretagne stocken auf den Granit-Hochflächen artenarme, geringwüchsige (20–25 m) Buchen-Traubeneichen-Mischwälder. (Castanea sativa), teilweise Fago-Quercetum-Charakter. **S.:** Ilex, Hedera, Lonicera periclymenum. Reichlich Säurezeiger: Melampyrum pratense, Carex pilulifera, Avenella flexuosa. Westliche, luftfeuchte Taxus baccata-Ausbildung: Ruscus aculeatus, Plagiothecium undulatum.

II. Basenreiche atlantische Eichenwälder (Endymio-Quercion)

1. Lehm-Traubeneichen-Mischwald (Endymio-Quercetum, Abb. 114)

Die wüchsige Klimaxgesellschaft auf basenreichen, frischeren, manchmal vergleyten Lehm-Braunerden ist weit verbreitet (Bretagne, Normandie, Picardie, Boulonnais; auch Mons, Belgien; Durin et al. 67, Roisin-Thill 62, Noirfalise-Sougnez 63). **B.:** (35–30/35 m) Stieleichen-Dominanz (Traubeneiche oft fehlend); reichhaltige Mischbaumarten-Garnitur: Esche, Kirsche, Feldulme, Bergahorn, lokal Buche; auch Schwarzerle. **S.:** Hasel, Feldahorn. In der Krautschicht treten Quercion-Arten stark zurück (Teucrium scorodonia, Lonicera periclymenum, Blechnum spicant), andererseits fehlen Eichen-Hainbuchenwald-Kennarten. Die variable Übergangseinheit kennzeichnen vor allem atlantische Mullhumusarten: Endymion nutans, Narcissus pseudonarcissus, Conopodium majus; ferner Euphorbia amygdaloides, Carex sylvatica, Arum maculatum, Lamiastrum galeobdolen, Primula vulgaris; im Osten randlich Stellaria holostea.



Abb. 113: Englische Eichenwälder: Obere Reihe: Fago-Quercetum in Südengland. Eiben-Buchen-Stieleichenwald mit Ilex, Hedera und Rubus (Tintern). Bodenfrischer Buchen-Traubeneichenwald mit Ilex, Adlerfarn-Herden (Dean). Wistmans Wood, ein reliktischer, geringwüchsiger, farnreicher Silikat-Block-Stieleichenwald. Auf flachgründigem Schatthang stockt in den Trossachs ein Calluna-reiches Blechno-Quercetum mäßiger Wuchsleistung (110 m). Typisch ist das wüchsige Blechno-Quercetum mit Taxus von Windermere. Im Unterhang-Traubeneichenwald mit Hasel-Unterwuchs (The Trossachs, 130 m) zeigen Farne die Wuchsbegünstigung an.

2. Thermophiler Traubeneichenwald (Rusco aculeati-Quercetum, Roisin 69)

Die südlichere Gesellschaft ist zentralfranzösisch verbreitet; Seine- und Loirebecken bis Limoges. Auf basenreicheren Böden als im Ilici-Quercetum stocken Traubeneichenwälder mit etwas Sandbirke; lokale Beimischung von Stieleiche, Hainbuche (Buche); Lonicera periclymenum-Dominanz. Thermophile Arten kennzeichnen: Sorbus torminalis, Melittis melissophyllum, Pulmo-

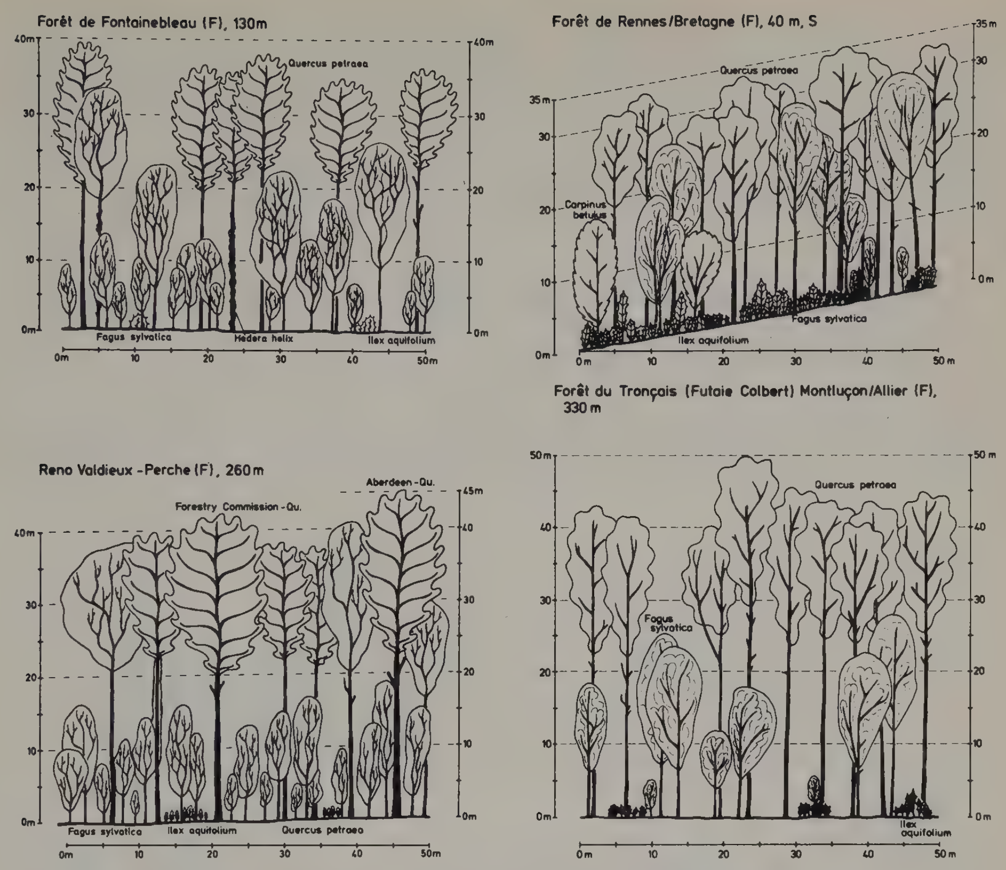


Abb. 114: Wuchsoptimale atlantische Traubeneichenbestände mit Buche. 40–50 m Eichen im Reservat Futaie Colbert; Ilici-Fago-Quercetum (potentielles Querco-Fagetum). Traubeneichen-Spitzenbestand (rd. 1000 fm) auf Endymio-Quercetum/Querco-Fagetum-Standort (Reno Valdieux). Wüchsiges Rusco-Querco-Fagetum (Fontainebleau); bodensaures Ilici-Querco-Fagetum (Rennes).

naria angustifolia, Erica cinerea, lokal auch Asphodelus albus, Euphorbia hiberna, Ulex nanus, Rubia peregrina; konstant Mespilus germanica und Luzula forsteri.

Färberröte-Flaumeichenwald (Rubio peregrinae-Quercetum pubescentis, ROYER-RAMEAU 75). Im trockeneren Südosten (Burgund) auf azonalen, sonnseitigen Rendzina-Standorten (Limodorum abortivum); regionale Ausbildung des Buxo-Quercetum.

3. Eschen-Stieleichenwald (Fraxino-Quercetum roboris)

Eschenreiche Eichenwälder stocken auf feuchten Unterhängen und Hangfüßen mit vergleyter Braunerde und entlang von Gewässern auf azonalen Auwald-Gleyböden (ROISIN-THILL 52, NOIRFALISE-SOUGNEZ 63, SOUGNEZ 78). Im mäßig hyperatlantischen Gebiet auch auf Durchschnittsstandorten. Stieleiche und Esche dominieren begleitet von Schwarzerle, Moorbirke (Bergahorn). S.: Hasel, Hainbuche, Traubenkirsche, Feldahorn. In der Krautschicht Feuchtigkeitszeiger und Laubmischwaldarten: Corydalis solida, Veronica hederifolia, Adoxa moschatellina, Carex remota, Filipendula ulmaria (Ausbildung), Primula elatior, Ranunculus ficaria, Arum maculatum, Endymion nutans, Lamiastrum galeobdolon. In England (TANSLEY 65) kennzeichnet Allium ursinum gleitende Übergänge zum eschenreichen Stieleichen-Hainbuchenwald.

4. Kalk-Stieleichenwald (Daphno laureolae-Quercetum, TANSLEY 65)

Der Lehm-Stieleichenwald setzt sich nicht deutlich ab, da sich artenreichere Eichenwälder nur auf kalkreichen Lehmböden entwickeln. In England kennzeichnen Mercurialis perennis und Sanicula europaea, auf tonreichen Böden Filipendula ulmaria. Eine hygrophile Ausbildung auf vergleyter Braunerde mit Arum maculatum, Adoxa moschatellina und vielen Farnen (Dryopteris filix-mas, D. dilatata, Athyrium filix-femina) leitet zum Fraxino-Quercetum über.

III. Altantischer Birken-Eichenwald (Betulo-Quercetum)

1. Typischer Birken-Eichenwald (Abb. 115)

Die atlantischen Birken-Eichenwälder wurden als Querco-Betuletum beschrieben (TÜXEN 37, TANSLEY 39, DUCHAUFOUR 48, ROISIN-THILL 52, LEBRUN-NOIRFALISE-SOUGNEZ 55, NOIRFALISE-

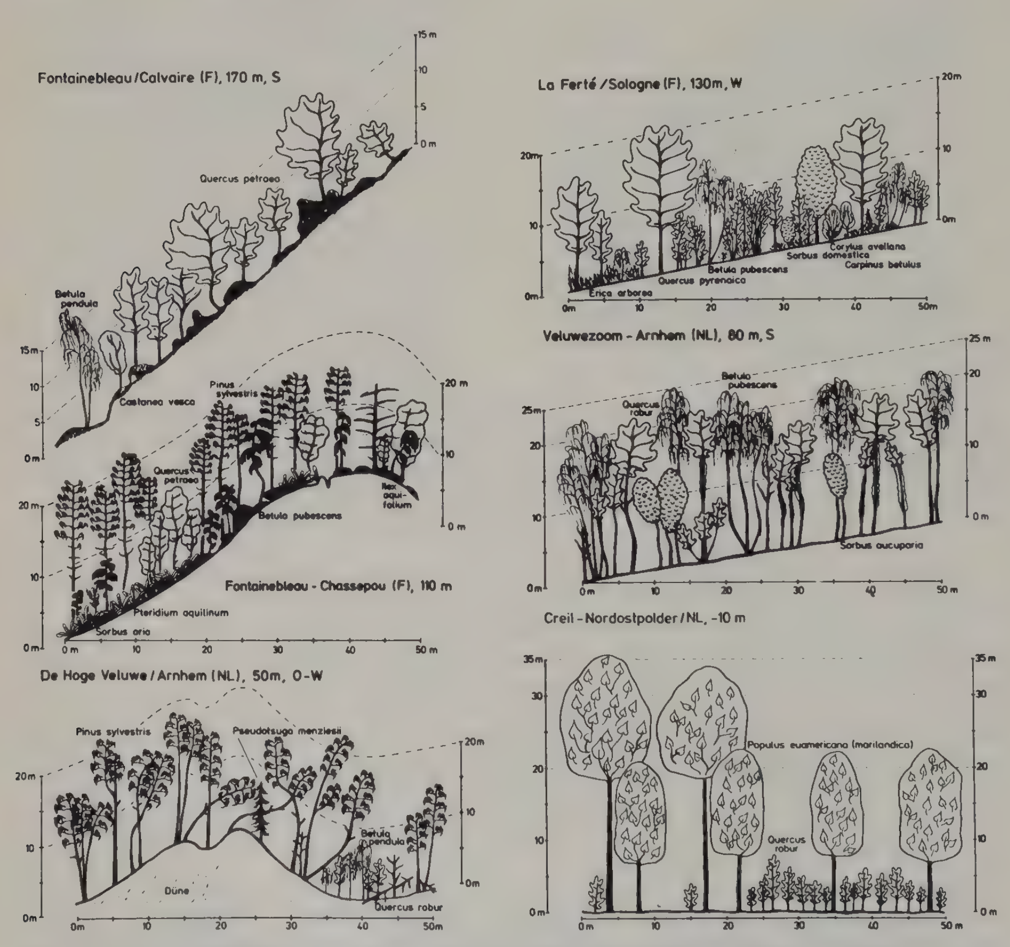


Abb. 115: Naturnahes Betulo-Quercetum auf Blockstandort (Fontainebleau-Calvaire). Sekundäres Querco-Betuletum mit aufgeforsteter Kiefer (Chassepou). Betulo-Quercetum auf Dünenstandorten im Nationalpark Veluwezoom, zusammenbrechende Kiefernaufforstung in Entwicklung zum aktuellen Querco-Betuletum auf Düne. Mittelwaldähnlicher Quercus pyrenaica-Wald in der Sologne. Zweischichtige Kulturpappel-Windschutz- und -Alleepflanzung im küstennahen Gebiet der Niederlande.

Sougnez 63, Noirfalise 68, Sougnez 75, Klötzli 76). Birke herrscht anthropogen bedingt auf den meisten Standorten vor. Sie ist gleichzeitig Pionier- und Degradierungsbaumart, spielt in reiferen, geschlossenen Stadien keine wesentliche Rolle mehr. Deshalb sollten naturnähere Bestände als Betulo-Quercetum, nur naturfernere Ausbildungen als Querco-Betuletum bezeichnet werden.

Standort: Ausgeprägt nährstoff- und kalkarme, vielfach sandige, hügelige bis ebene Standorte Westeuropas tragen artenarme Eichenwälder mit Birke. Sie sind im Buchenwaldareal als Dauergesellschaften nur auf sauren, typischen Podsolen oder Pseudogley-Podsolen konkurrenzkräftig. Mangelnde Bodendurchlüftung schalten Buche und unzureichende Nährstoffversorgung das Endymio-Quercetum aus. Außerhalb des Buchen-Areals nehmen sie weniger extreme Braunerde-Podsole ein, die dem Fago-Quercetum-Standort entsprechen (Duchaufour 48).

Aufbau: Auf dem wenig leistungsfähigen Standort (10-15/20 m) herrschen Traubeneiche, auf trockeneren und Stieleiche auf feuchteren Standorten vor; beigemischt Sand- und Moorbirke; ferner Eberesche, Aspe. Vielfach wurden Pinus sylvestris (contorta) erfolgreich angebaut. Schüttere Strauchschicht mit Frangula alnus, Lonicera periclymenum. Bodensaure Quercion-Arten bestimmen den Vegetationsaspekt: Pteridium aquilinum, Holcus mollis, Teucrium scorodonia, Hypericum pulchrum, Lonicera periclymenum. Meist deckende Moosschicht: Polytrichum formosum, Dicranum scoparium. Bei feuchteren Varianten mit Polytrichum commune oder Sphagnen Übergang zum Birken-Bruchwald.

Geographische Differenzierung: Eichen-Birken-Wälder sind weitgehend ähnlich. Auch das hyperatlantische Betulo-Quercetum der Britischen Inseln besitzt keine Sonderstellung; Vaccinium myrtillus und Avenella flexuosa fehlen meist. Atlantisch charakterisieren Endymion nutans und Mespilus germanica, subatlantisch Luzula luzuloides. In Mitteleuropa mit hoher Stetigkeit vorkommende Arten Stellaria holostea, Polygonatum multiflorum fehlen im Westen. Subatlantische Elemente wie Lonicera periclymenum, Galium harcynicum, Ilex aquifolium, Genista-Arten sind im Nordosten steter (Hieracium laevigatum, H. sabaudum).

Reichere Ausbildungen in Mittel- und Südengland mit Primula vulgaris, Luzula forsteri bilden den Übergang zum Querco-Fraxinetum (Klötzli 76). Artenreichere Birken-Stieleichenwälder (Buche, Bergahorn) in Belgien mit Endymion nutans, Viola riviniana und Milium effusum entstanden wahrscheinlich nach Degradierung des Violo-Quercetum. Trockenere Melampyrum pratense-Variante; thermophile Peucedanum gallicum-Ausbildung mit Rubus ulmifolius (Tombal 75).

2. Feuchter Birken-Stieleichenwald (Betulo-Quercetum roboris molinietosum, Schwickerath 44, Sougnez 75, Tombal 75)

Diese verbreitete, feuchte bis wechselfeuchte, oligotrophe Einheit auf Anmoor-Podsol-Gleyböden besitzt ausgesprochene Eigenständigkeit. **B.:** Stieleiche, Moorbirke, Schwarzerle, Sandbirke, Traubeneiche nur ausnahmsweise. **S.:** Salix aurita et cinerea. **DA.:** Molinia caerulea, Agrostis stolonifera, Sphagnum palustre, Polytrichum commune. Neben Quercion-Arten bezeichnend: Luzula sylvatica, Blechnum spicant, Dryopteris carthusiana, Corydalis calviculata. Subatlantisch differenzieren: Luzula luzuloides, Trientalis europaea. **M.:** Polytrichum formosum, Mnium hornum, Dicranella heteromalla.

3. Sekundärer Eichen-Birkenwald (Querco-Betuletum, Sougnez 75, Roisin-Thill 52, Abb. 115)

Niederwälder auf Fago-Quercetum-Standorten sind in Belgien vielfach übereinstimmend aufgebaut; Baumschicht (10–15 m) Betula pendula-Dominanz, Stieleiche (Traubeneiche), wenig Buche, Eberesche, auch Moorbirke, lokal Castanea dominierend; vielfach in Kiefer umgewandelt (Abb. 115). **S.:** Mespilus germanica, Ilex aquifolium. Azidophile Quercion-Arten treten hervor: Avenella flexuosa, Lonicera periclymenum, Vaccinium myrtillus, Teucrium scorodonia, Convalla-

ria majalis. M.: Dicranella heteromalla, Polytrichum formosum. Analoge Untergesellschaften wie im Fago-Quercetum mit Luzula sylvatica, Molinia und Blechnum. Im artenreicheren Querco-Betuletum anemonetosum nemorosae (Polygonatum multiflorum) belegen Stellaria holostea und Milium effusum den potentiellen Endymio-Carpinetum-Standort. BODEUX (54) beschrieb aus NO-Belgien ein geringwüchsiges Eichen-Birken-Degradationsstadium mit Vaccinium myrtillus, Genista pilosa, Erica cinerea und Calluna vulgaris. In der Bretagne (FRILEUX 75) ersetzt der Molinia-Eichen-Birkenwald das Ilici-Fagetum.

IV. Atlantischer Eichen-Hainbuchenwald

(Endymio-Carpinion, NOIRFALISE 68)

Verbreitung: Ähnlich wie der Buchenwald auf das südostenglische, basenreiche Niederungsgebiet beschränkt. Analog zum Fagetum tritt das Carpinetum wieder in der Normandie und Bretagne auf, rasch ausklingend fehlt es südatlantisch. Carpinus und Buche sind hyperatlantisch schon auf mäßig podsolierten Standorten nicht konkurrenzfähig. Kolline Hauptvorkommen unter 300–400 m haben nur 600–700/800 mm N. Auf subhumiden Standorten (800–1000 mm N) ist die Buche wettbewerbsfähiger und das Carpinion kommt nur noch auf wärmeren und reicheren Sonderstandorten vor. Der Eichen-Hainbuchenwald ist, von vergleyten Auwaldstandorten abgesehen, nur auf basenreicheren Braunerde- und Kalkstandorten verbreitet und wird auf bodensauren Podsol-Böden vom Quercetum abgelöst.

Geographische und standörtliche Gliederung:

	Braunerde-Standorte	Karbonat-Standorte
Zentralatlantisch südlicher Bereich	Rusco-Carpinetum Poo chaixii-Carpinetum	Aconito-Carpinetum Scillo-Carpinetum
Zentralatlantisch	Endymio-Carpinetum	Primulo-Carpinetum
Subatlantisch	Pulmonario-Carpinetum Stellario-Carpinetum	Primulo-Carpinetum
Mitteleuropäisch	Galio-Carpinetum Robori-Carpinetum	Primulo-Carpinetum

1. Braunerde-Eichen-Hainbuchenwald

a) Typischer Braunerde-Eichen-Hainbuchenwald

(Endymio-Carpinetum, NOIRFALISE-SOUGNEZ 63, NOIRFALISE 68, 69)

Das Endymio-Carpinetum ist eine atlantische Vikariante des subatlantischen Stellario-Carpinetum. Auf planaren, reicheren Böden wird im Westen Esche rasch konkurrenzkräftiger. Durch die Übergangsstellung ist die Gesellschaft ziemlich variabel. **B.:** Stieleiche mit Hainbuche, Bergahorn, Kirsche, wechselnd Buche; lokal Ulmus minor et glabra, Tilia cordata-Variante. **S.:** Viburnum opulus, Corylus avellana. Die Krautschicht differenzieren atlantische Arten: Endymion nutans, Narcissus pseudonarcissus, Primula vulgaris, Gagea spathacea, auch Rubus ulmifolius. Reichlich Carpinion-Arten: Stellaria holostea, Potentilla sterilis; ferner Fagetalia-Arten: Milium effusum, Polygonatum multiflorum, viele Hygrophile: Athyrium filix-femina, Valeriana procurrens, etwas Azidophile: Lonicera periclymenum, Dryopteris spinulosa.

Das azonale Endymion-Carpinetum ist im Buchenwaldgebiet auf dichte, für Buche ungenügend durchlüftete, tonreiche, pseudovergleyte Böden beschränkt. In dieser mesophilen Ausbildung fehlen Sorbus torminalis und Ruscus aculeatus; reichlich Acer pseudoplatanus (NOIRFALISE 68). Außerdem ist das Endymio-Carpinetum im Fagion-Areal ein häufiges Degradierungsstadium des Nieder- und Mittelwaldes. **Untergesellschaften:** (NOIRFALISE 69) Endymio-Carpinetum filipendulетosum, allietosum (30–35 m), ficarietosum (30 m), typicum (25–30 m), holcetosum mollis (25 m). In gleicher Richtung sinkt der pH-Wert im A_1-Horizont von 5,9 auf 4,6.

b) Thermophiler Eichen-Hainbuchenwald (Rusco aculeati-Carpinetum, NOIRFALISE 68)

Diese Schlußwaldgesellschaft tritt nur im warm-trockeneren buchenfreien Loire-Seine-Becken auf schwach bodensauren, auch lessivierten Braunerden, teilweise pseudovergleyt, auf. **B.:** Traubeneiche, Stieleiche (bodenfrischer), Esche, Vogelkirsche, Feldulme, Birke, auch Sorbus torminalis; Hainbuche, Winterlinde und Sommerlinde als stete Arten. In der Krautschicht Carpinion-Arten: Festuca heterophylla, Potentilla sterilis, Stellaria holostea, gelegentlich Melica uniflora. Atlantische Differentialarten: Endymion nutans, Lonicera periclymenum (Hedera helix). Die thermophile Gesellschaft charakterisieren: Luzula forsteri, Primula acaulis, Tamus communis, Melittis melissophyllum, Potentilla splendens, speziell Pulmonaria longifolia; Varianten mit Rubia peregrina, Arum italicum und Ornithogalum pyrenaicum.

c) Mäßig-bodensaurer Waldrispengras-Traubeneichen-Hainbuchenwald
(RAMEAU 78, Poo chaixii-Carpinetum)

In Burgund auf schwach bodensauren Braunerden. **B.:** Quercus petraea, Carpinus betulus, Tilia cordata. **S.:** Lonicera periclymenum, Corylus avellana. **CA.:** Poa chaixii, Carex umbrosa, Epipactis atrorubens; häufig Hedera helix, Festuca heterophylla, Ranunculus ficaria, Carex sylvatica, Galium odoratum.

2. Kalk-Eichen-Hainbuchenwälder

a) Stieleichen-Hainbuchenwald (Primulo veris-Carpinetum)

In Hochbelgien (FROMENT et al. 71), Mosan (SOUGNEZ 78) und zentralatlantisch gedeihen auf Kalksteinbraunlehmböden Stieleichen-Hainbuchenwälder (15–23 m) mit beigemischter Buche, Feldahorn, Kirsche. **S.:** Cornus sanguinea, Corylus avellana, **K.:** Mercurialis perennis, Carex digitata, Scilla bifolia, Narcissus pseudonarcissus (Frühjahrsgeophyten), ferner Hedera helix, Primula veris, Cardamine pratensis. **M.:** Ctenidium molluscum, Thamnium alopecurum. Die Rendzina-Ausbildung kennzeichnen Tilia platyphyllos und Fraxinus excelsior. Der belgische MAB-Modellbestand liegt in dieser Gesellschaft. Bei 966 mm Niederschlag beträgt der Abfluß im Sommer lediglich 90 mm, im unbelaubten Zustand 365 mm. Nettoproduktion des Ökosystems 4136 Kcal/m^2/Jahr (DUVIGNEAUD 71).

b) Submontaner Stieleichen-Eschen-(Hainbuchen-)wald
(Aconito vulpariae-Carpinetum/Quercetum roboris, BUGNON-RAMEAU 75).

Auf Jura-Kalk stockt in Tälern des Pariser Beckens (Burgund) die Gesellschaft am Arealrand des Stellario-Carpinetum. Carpinus fehlt teilweise. Gegenüber der dominierenden Esche (Bergulme) tritt Stieleiche zurück; edaphisch bedingtes «Corylo-Fraxinetum»; Corylus-Dominanz in der reichen Strauchschicht. **CA.:** Anemone ranunculoides, Leucoium vernum, Corydalis solida, Lathraea squamaria, Isopyrum thalictroides, Aconitum vulparia ziemlich selten.

a) **Sternhyazinthen-Traubeneichen-Hainbuchenwald**
(Scillo bifoliae-Carpinetum, Rameau 74)

Diesen standortsähnlichen südlichen Traubeneichen-Hainbuchenwald auf Kalksteinbraunlehmböden charakterisieren Scilla bifolia, Potentilla sterilis, Pulmonaria tuberosa, Narcissus pseudonarcissus (Ornithogalum pyrenaicum). Buche ist beigemischt, Hainbuche regelmäßig vertreten. Subatlantisch-südlicher Charakter (Lothringen).

V. Atlantische Buchenwälder (Abb. 116)

Fagus sylvatica fehlt im hyperatlantischen Westen, in Ost-Jütland, im nordwestlichsten Deutschland, in Holland sowie auf den Britischen Inseln mit Ausnahme südostenglischer Kalkstandorte im Themse-Umkreis. Sie kann die Atlantik-Küste (Belgien bis zur Bretagne) erst im wärmeren Nord- und Mittelfrankreich erreichen. Von zwei innerfranzösischen Trockeninseln abgesehen (Seine- und Loirebecken), fehlt die Buche auch im submediterranen Südwest-Frankreich und tritt erst wieder in den montanen Bergwäldern der Westpyrenäen und des Kantabrischen Gebirges auf. Dies deutet schon eine differenzierte Gliederung der Klimaxwälder an (modifiziert nach Noirfalise 68).

Geographische und standörtliche Verbreitung buchenreicher Leitgesellschaften

Zone	Bodensaure Silikat-Standorte	Intermediäre Braunerde-Standorte	Karbonat-Standorte
Hyperatlantisch	Blechno-Quercetum	Querco-Fraxinetum	Dryopterido-Fraxinetum
Zentralatlantisch			
Norden	Fago-Quercetum Ilici-(Querco-)Fagetum	Endymio-Fagetum	Daphno-Fagetum
Süden	Rusco-Querco-Fagetum	Rusco-Fagetum Rusco-Querco-Fagetum	Rubio-Fagetum
Subatlantisch	Periclymeno-(Querco-)Fagetum Luzulo-Fagetum	Endymio-Fagetum Melico-Fagetum	Carici-Fagetum
Südatlantisch	Blechno-Fagetum Ilici-Fagetum Luzulo n.-Fagetum	Scillo l.-Fagetum Melico-Fagetum	Buxo-Fagetum

Hyperatlantisch nehmen die ökologisch noch am besten zusagenden Kalkstandorte das Dryopterido- bzw. das Querco-Fraxinetum ein (Klötzli 76). Kleinflächige Relikte sind ausschließlich an basenreiche Standorte gebunden. Zentralatlantisch tritt der Buchenwald meist als (Querco)-Fagetum mit Schwerpunkt auf Karbonat-Standorten auf (Tansley 39, SW-England), gegen Osten mit zunehmender Konkurrenzkraft auch auf mesotrophen Braunerden, während bodensaure Silikatstandorte auch vom Betulo-Quercetum eingenommen werden. Schottische Buchenwälder (Aberdeenshire) sind gepflanzt. Erst im abgeschwächten (sub-)atlantischen Bereich oder weiter im Süden wird der Buchenwald unabhängig von der geologischen Unterlage und erreicht die Atlantik-Küste. Das eichenreiche Silikat-Fagetum ist spezifisch atlantisch. Subatlantisch (Belgien, Ardennen, Eifel) vollzieht sich der Übergang zum mitteleuropäischen Buchenwald. Das Ausklingen des Buchenwaldes gegen den hyperatlantischen Westen zeigt Parallelen zum geologisch-klimatisch bedingten Baumartenwechsel von den Rand- zu den Zwischenalpen.

Charakter der zentralatlantischen Buchenwälder (ROISIN 69)

Buchenreiche Mischbestände mit Stiel- bzw. Traubeneiche, Esche, Kirsche, Hainbuche und Linde herrschen vor. Submontaner Charakter, da Tanne und montane Dentaria-Arten fehlen; Isopyrum thalictroides. Im Vergleich zu analogen mitteleuropäischen Einheiten fehlen oder kommen selten vor: Pulmonaria officinalis var. obscura, Scilla bifolia, Hordelymus europaeus, auch Luzula luzuloides nicht weit im Westen. Subkontinentale Arten auf Kalk-Standorten beschränkt: Carex digitata, Campanula persicifolia, Polygonatum odoratum. Ständiges Auftreten

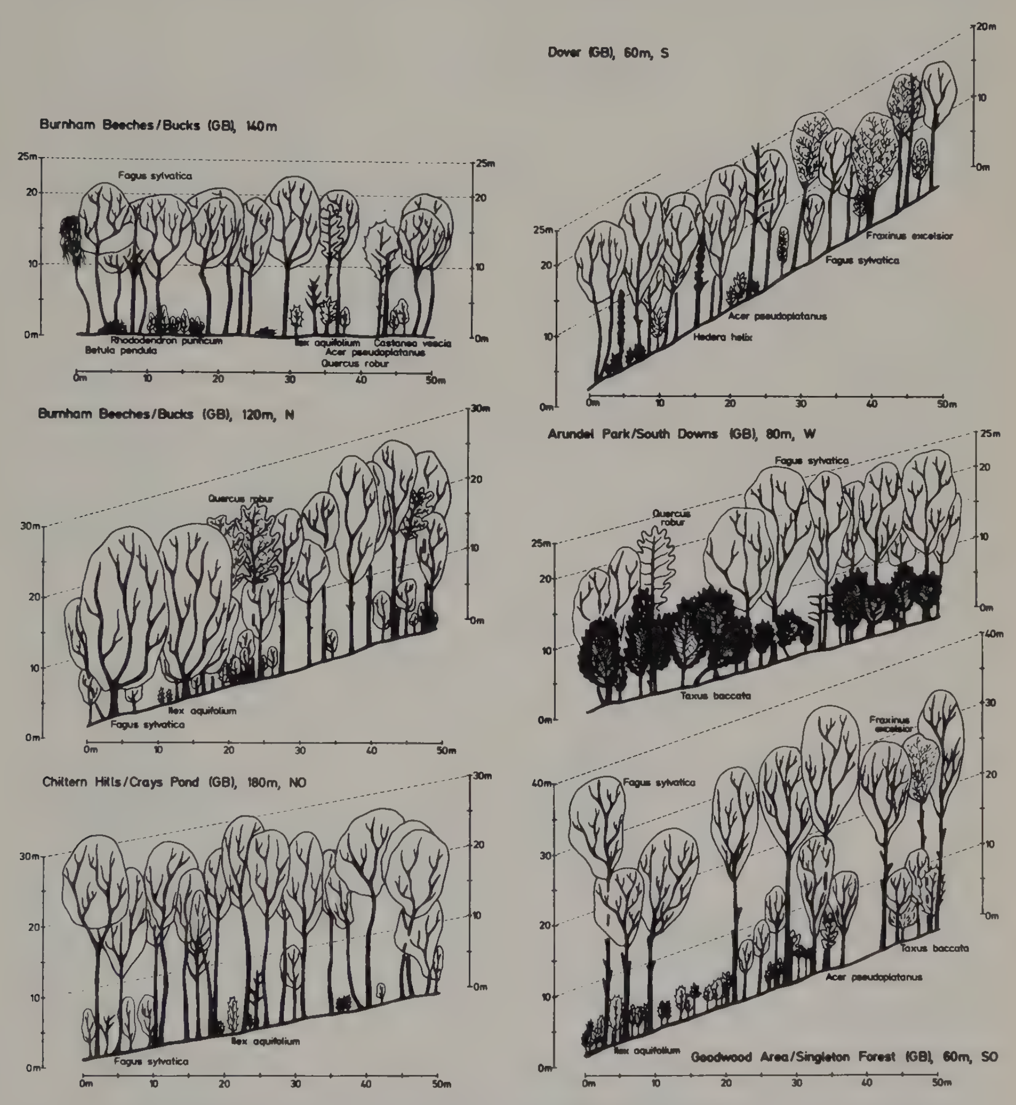


Abb. 116: Südostenglische Buchenwälder. Linke Reihe: Bodensaurer Buchenwald (Avenello-Fagetum). In Burnham Beeches ist der Leucobryum-Buchenwald (140 m) mit Birke und Kastanie an der Arealgrenze. Alte mächtige Mittelwald-Buchen kennzeichnen das Avenello-(Querco-)Fagetum mit Ilex, 120 m. Auf windgeschützten Schattseiten kann die Buche im bodensauren Bärlauch-Buchenwald ausgezeichnete Wuchsleistungen erreichen (Chiltern Hills). Rechte Reihe: Bodenbasische Buchenwälder. Im Mercurialis-Kalkbuchenwald vor Dover ist reichlich Esche beigemischt. Den eichenreichen Buchenwald im Arundel-Park kennzeichnen Rubus und Carex sylvatica. Besonders wüchsig ist das Ilici-Fagetum von Goodwood Area mit Endymion nutans und Ruscus aculeatus.

von Hedera helix, Ilex aquifolium und von Eichenwaldarten wie Hypericum pulchrum, Teucrium scorodonia. Mediterran-atlantische Arten differenzieren die südlichen Ausbildungen; Rubia peregrina, Ruscus aculeatus, Luzula forsteri, Ornithogalum pyrenaicum, Hypericum androsaemum, Daphne laureola, Tamus communis, Sorbus torminalis. Warme Buchenstandorte des Pariser Beckenrandes mit Iris foetidissima, Melittis melissophyllum, Festuca heterophylla.

1. Bodensaurer Buchenwald (Ilici-Fagion)

Als Begleiter bodensaurer Buchenwälder dominieren: Vaccinio-Piceetalia- und Quercion roboris-Arten: Avenella flexuosa, Luzula sylvatica, Carex pilulifera, Vaccinium myrtillus, Polytrichum formosum, Dicranum scoparium, Dicranum heteromalla. Mitteleuropäische Fagion-Arten fehlen wie Luzula luzuloides, Calamagrostis arundinacea. Die relativ instabile azidophile Buchenwald-Gesellschaft geht submontan leicht in eichenreichere Buchenmischwälder über; Querco-Fagetum, Fago-Quercetum. Da in Südost-England Buche nur auf Kalk auftritt, fehlen bei kühl-atlantischem Klima bodensaure Buchenwälder und werden durch Eichenmischwälder ersetzt.

a) Hyperatlantischer Stechpalmen-Buchenwald (Ilici-Fagetum, Durin et al. 67, Frileux 75, Abb. 117)

Der bodensaure Ilex-Buchenwald ist auf einen etwa 100 km breiten mittelfranzösischen Küstengürtel beschränkt: Artois, Picardie, Normandie, Perche, innere Bretagne. Nördlich der Seine löst das mittelatlantische Periclymeno-Fagetum ab. Im Vergleich zur hyperatlantischen buchenfreien Zone in Irland und West-England kann sich Buche trotz des bodensauren Substrats (sandig-lehmige Plateau-Standorte) und der Küstenlage durch das wärmere Klima behaupten. Sehr wüchsige Buche (28–32/35 m) dominiert bei Traubeneichen-Beimischung, etwas Eberesche, Moorbirke; teilweise Querco-Fagetum-Charakter. Die Unterschicht beherrscht vor allem Ilex aquifolium (6–7 m hoch), Hedera helix, Mespilus germanica, Ruscus aculeatus. In der Krautschicht reichlich Avenella flexuosa, Luzula sylvatica, ferner subatlantische (Lonicera periclymenum, Hypericum pulchrum) und mediterran-atlantische Arten (Rubia peregrina, Hypericum androsaemum), ferner azidophile Moose: Rhytidiadelphus triquetrus, Hypnum cupressiforme. Leistungsdifferenzierte Ausbildung mit Melica uniflora (Carex sylvatica, 30–35 m); Luzula sylvatica (Dryopteris dilatata, 25 m); Vaccinium myrtillus-Avenella flexuosa (22–27 m); Molinia coerulea-Leucobryum glaucum (20–25 m).

Bodensaurer Tannen-Buchenwald (Ilici-Fagetum abietetosum, Abb. 117): Das natürliche Abies alba-Vorkommen in der Perche (250–400 m; Normandie) wird als natürlich angesehen (Guinier 38, Meusel-Jäger-Weinert 65); seit Mitte des 19. Jahrhunderts nachgewiesen, 150–200jährige Altbäume. Das «Glazialrelikt» ist aber pollenanalytisch noch nicht bestätigt. Auf den bodensauren Standorten findet die Tanne (–40 m) ausgezeichnete verjüngungsökologische Bedingungen, so daß teilweise gleichaltrige Tannen-Reinbestände entstanden, die nunmehr durch das Tannensterben stark deziminiert werden (Mayer 80, Rubner-Reinhold 53).

Als Ersatzgesellschaften treten Eichenmischwälder mit Birke, Eberesche und Hainbuche auf, bei ärmeren Standorten lokal reichlich Castanea.

Ilici-Fagetum	Eichenwald-Ersatzgesellschaften
myrtilletosum	Ilici-Quercetum myrtilletosum
luzuletosum sylvaticae	Ilici-Quercetum luzuletosum sylvaticae
melicetosum	Querco-Carpinetum

Stechpalmen-Degradierungs- und Pionier-Gebüsch (Frangulo alni-Ilicetum aquifolii, Géhu 75). **CA.:** Ilex aquifolium, Taxus baccata, Sorbus aucuparia, Rubus ulmifolius, Salix atrocinerea, ferner Vaccinium myrtillus, Pteridium aquilinum, Molinia coerulea. Reichlich eindringende Verjüngung der Baumarten belegt die Entwicklung zum Buchen-Klimaxwald.

b) Südost-Englischer Sand-Eichen-Buchenwald (Ilici-Querco-Fagetum, Fagetum ericetosum, Tansley 39)

In Goodwood (Burnham Beeches, Chiltern-Plateau) stocken auf Sandpodsolen geringwüchsige (16–18/21 m), sehr artenarme Buchenwälder, in denen bei reduzierter Vitalität der Buche Eiche gleich- bis vorwüchsig ist. Reichlich und wüchsig Ilex aquifolium. Viele Säurezeiger: Avenella flexuosa, Hypericum pulchrum, Leucobryum glaucum bildet Teppiche, auch Vaccinium myrtillus. Degradationsstadium ist die Calluna-Heide.

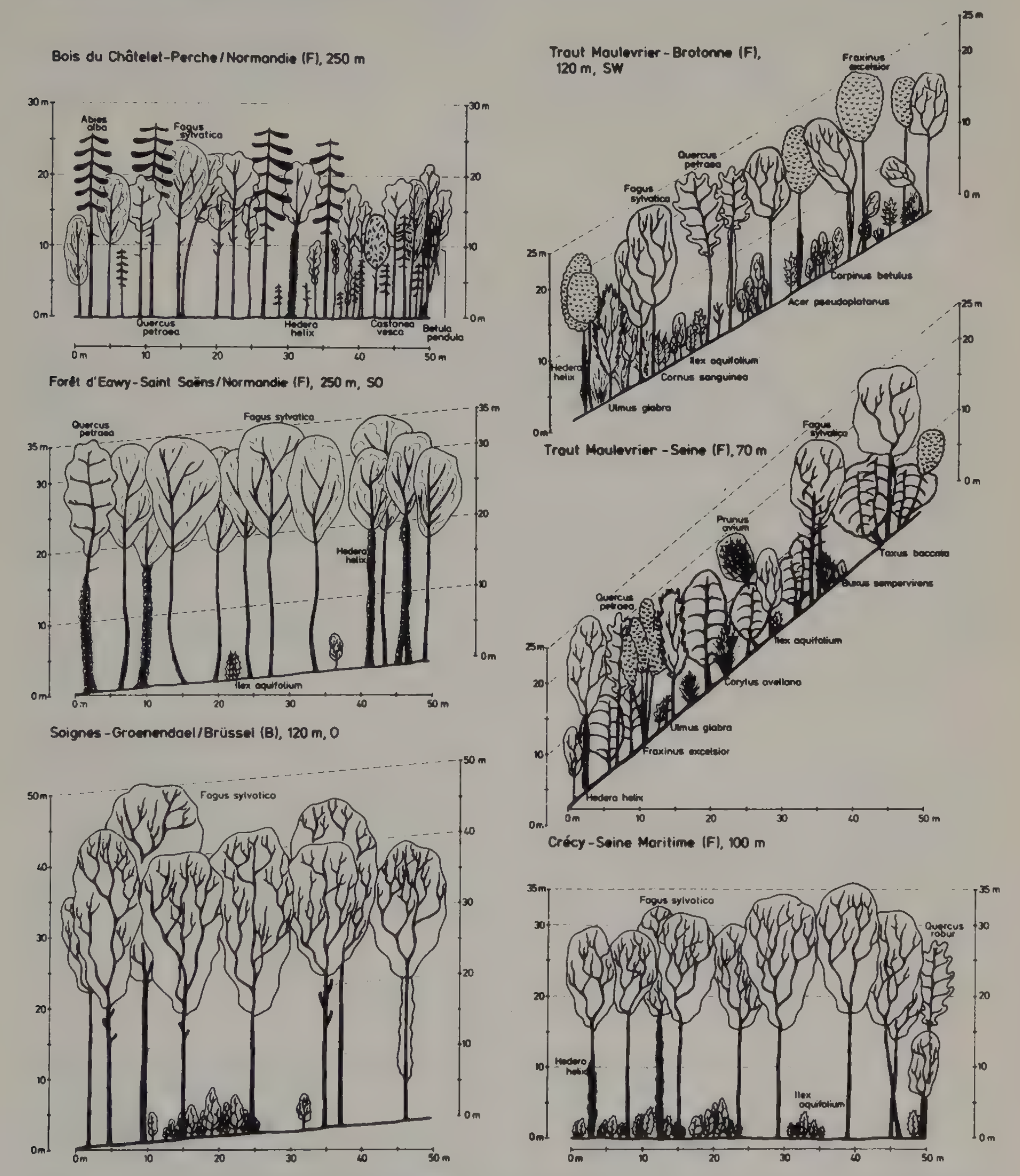


Abb. 117: Atlantische Wälder. Wuchsoptimum der Buche (40–50 m) bei Gronendael im Milio-Fagetum an der subatlantischen Grenze. Typisches Querco-Fagetum in der Normandie mit reichlich Efeu-Girlanden (Eawy). Ilici-Milio-Fagetum (Crécy); le hêtre Richard 36,5 m. Avenello-Fagetum mit rückgängiger Tanne in der Normandie (Perche). Kalksteilhang-Eschen-Buchenwald an der Seine (120 m) mit Ruscus aculeatus (Daphno-Fagetum). Eiben-Steilhangwald (Seine, 70 m), Eschen-Variante.

c) Zentralatlantischer Wald-Geißblatt-Buchenwald
(Periclymeno-Fagetum, Roisin 69, Avenello-Fagetum, Tombal 75)

Zentralatlantisch bis subatlantisch ersetzt der Geißblatt-Buchenwald das hyperatlantische Ilici-Fagetum und reicht vom Pariser Becken über Nordfrankreich und Mittelbelgien bis Jütland; dort ohne Endymion nutans, aber mit Mespilus germanica, Trientalis europaea, Maianthemum bifolium. Diese mesotrophe Gesellschaft im Übergang von Melico-Fagion zum Quercion auf schwach bodensauren bis oligotrophen Braunerden ist stärker verarmt. **B.**: Fagus sylvatica, Fraxinus excelsior, Kirsche, Feldahorn, Quercus petraea, auch Aspe, Birke. **S.**: Lonicera periclymenum, Ilex aquifolium (vital). In der Krautschicht Melica uniflora noch relativ reichlich. Azidophile Arten häufiger: Dryopteris spinulosa, Oxalis acetosella, Luzula pilosa. Viele übergreifende Quercion-Arten: Carex pilulifera, Teucrium scorodonia, Pteridium aquilinum, an besonders frischen Standorten Blechnum spicant, Molinia coerulea.

2. Braunerde-Buchenwald

a) Braunerde-Buchenwald (Endymio-Fagetum, Durin et al. 67).

Zentralatlantisch wird durch die Einheit das mitteleuropäische Melico- oder Asperulo-Fagetum ersetzt. Die Gesellschaft kommt von der Nieder-Normandie bis Belgien vor und wird im trockenen Pariser Becken von der Ruscus-Einheit abgelöst. Auf mäßig frischen, nährstoffreichen Hang-Braunerden erreicht die Buche in ihrem Optimum größte Konkurrenzkraft. Den geschlossenen, unterwuchsarmen, bis 30 m hohen, fast reinen Buchenhochwald reichern Traubeneiche und Hainbuche etwas an, die nur in sekundären Mittelwaldbeständen stärker hervortreten; auch Esche und Feldahorn. Ärmere Standorte mit Stieleiche. Nur in aufgelockerten Beständen reichlich Strauchschicht: Corylus avellana, Mespilus germanica, Ilex aquifolium, Euonymus europaea. Die geringer entwickelte Krautschicht kennzeichnet Endymion nutans, ferner Galium odoratum, Melica uniflora; Fagion-Mullhumus-Arten: Euphorbia amygdaloides, Neottia nidus-avis, Carex sylvatica, Milium effusum. Die bodenfrische Circaea lutetiana-Ausbildung mit Carex remota, C. strigosa erreicht 30–35 m Höhe, ebenso die Allium ursinum-Untergesellschaft (Noirfalise-Sougnez 63). Im bodenfrischen Buchenmischwald (Stadtwald Brüssel, Abb. 114) wird Fagus bis 45 (50) m hoch. Farnreiche Ausbildung mit Dryopteris filix-mas, D. borreri, D. tavelii. Mesophile Mercurialis perennis-Ausbildung (27 m), auf schweren Lehmböden mit Fraxinus excelsior, Arum maculatum. Ähnlich wie in Mitteleuropa wurden viele Buchenwälder durch den Mittelwaldbetrieb in Eichen-Hainbuchenbestände mit Buche, Kirsche, Hasel umgewandelt. Der sekundären Carpinion-Gesellschaft in der Oberschicht entspricht ein Fagion-Charakter in der Bodenvegetation.

Südost-England. Der Lehm-Buchenwald auf dem Chiltern-Plateau (Arundel-Park, Abb. 116) auf typischem Kalkstein-Braunlehm bis Braunerde ist sehr wüchsig (140 jg., – 32 m, – 90 cm ∅). **CA.**: Rubus fruticosus, Galium odoratum, Sanicula europaea, Endymion nutans. Im Fagetum rubosum (Tansley 39) besitzen Esche und Eibe Pioniercharakter.

b) Zentralfranzösischer humider Mäusedorn-Buchenwald
(Rusco aculeati-Fagetum, Durin et al 67, Clement-Gloaguen-Touffet 75)

Mäßig bodensaure Buchenwälder mit Eibe, Ilex und Mäusedorn charakterisieren den zentralfranzösischen Buchenwald bei niederschlagsreichem, mildem Klima; z.B. humider Teil der Bretagne (Massiv armoricaine), westlich von Cotentin, südlich des Pariser Beckens. Auf Silikat-Unterlage (Granit, Gneis, Diorit) entwickeln sich mäßig nährstoffreiche bis frische, relativ humusreiche Braunerden. Wüchsige Buche (25–30 m) dominiert begleitet von Trauben- und Stieleiche (Castanea sativa). Taxus baccata, reichlich Ilex aquifolium und Buxus sempervirens können eine zweite dichte Baumschicht bilden. Hedera helix klettert vital in die Baumkronen. Küstennah sind Ruscus, Hypericum androsaemum und Rubia peregrina häufiger; ferner Corylus avellana. In der farnreichen Bodenvegetation auch Moose: Rhytidiadelphus loreus, Thuidium

tamariscinum, auch Endymion nutans, Conopodium majus. Eu-atlantische Farne charakterisieren: Dryopteris aemula, D. borreri, Hymenophyllum tunbrigense; ferner Blechnum spicant, Dryopteris filix-mas, Thelypteris limbosperma. Charakteristisch zahlreiche Epiphyten: Polypodium vulgare, Usnea-, Lobaria-, Parmelia- und Sticta-Arten, auch Moose wie Hypnum cupressiforme, Isothecium myosuroides. Diese farn- und epiphytenreiche Gesellschaft hat Ähnlichkeit mit den üppigen Fagus orientalis-Feuchtwäldern der Kolchis und steht zwischen dem stärker bodensauren Ilici-Fagetum und dem Endymio-Fagetum.

Taxus-Untergesellschaft im luftfeuchteren Westteil (Galium odoratum, Veronica montana, Festuca heterophylla). Wüchsigere Melica uniflora-Ausbildung (Clement-Gloaguen-Touffet 75) mit Stellaria holostea, Carex sylvatica, auf Diorit und Gneis mit Mull-(Moder-)Braunerden. Die Vaccinium myrtillus-Ausbildung mit Mespilus germanica und Scleropodium purum auf verarmten Moderbraunerden belegt die Quercion-Nähe (Polypodio-Quercetum).

c) Semihumider Mäusedorn-Traubeneichen-Buchenwald
(Rusco aculeati-Querco-Fagetum, Roisin 69, Lemée 78, Abb. 117)

Ähnlich wie auf Kalk die Daphne laureola-Einheit im Süden vom Rubio-Fagetum abgelöst wird, wird das humide Ilici-Fagetum bei größerer Wärme vom Ruscus aculeatus-Buchenwald mit stark hervortretenden Traubeneichen ersetzt. Im Gegensatz zum humiden Rusco-Fagetum mit reichlich Farnen und Epiphyten kommt der analoge Traubeneichen-Buchenwald auf semihumiden, etwas wärmeren Standorten mit schon stärkerer Konkurrenzkraft der Eiche vor; nicht nördlich des Pariser Beckens; Forêt de Fontainebleau (Lemée 78). Auf mäßig trockenen bis mäßig frischen Braunerden unterschiedlicher Basensättigung stocken wüchsige Traubeneichen-Buchen-Mischbestände (28–32/35 m). Bei Durchmessern von 60–130 (150) cm, 30–50 m^2/ha Kreisfläche (150 Jahre) und 2% Zuwachs (3,5 t/ha) stocken insgesamt 340 t Biomasse/ha. Mischbaumarten: Hainbuche, Elsbeere, Feldahorn, Sommerlinde. **S.:** Ligustrum vulgare, Corylus avellana, Ilex aquifolium. Reichlich Gräser: Melica uniflora, Brachypodium sylvaticum, Festuca heterophylla, Luzula forsteri; nährstoffreiche Mullhumuszeiger: Euphorbia amygdaloides, Polygonatum multiflorum. Moosschicht mit Eurhynchium striatum, Catharinaea undalata. Hygrophile Farne fehlen. Acidophile Quercion-Arten dringen ein: Lonicera periclymenum, Carex pilulifera, Teucrium scorodonia, Hypericum pulchrum.

d) Südostenglischer Mäusedorn-Eichen-Buchenwald
(Rusco aculeati-(Querco-)Fagetum)

Im New Forest stocken auf tertiären Ablagerungen (100–120 m) stärker bodensaure Buchenwälder mit Quercus-(petraea, robur, rosacea)-Beimischung und reichlich Ilex aquifolium (Taxus). Neben verbreiteten Säurezeigern Avenella flexuosa, Holcus mollis, fällt Ruscus (Endymion nutans) auf. Reiche Moosschicht (Mnium hornum, Plagiothecium undulatum), Vaccinium myrtillus-, Molinia coerulea- und Leucobryum glaucum-Ausbildung. Kontakt zu Ulex minor-Heiden. Zum Rusco-Fagetum und Ilici-Querco-Fagetum bestehen geringe Unterschiede.

3. Orchideen-Kalkbuchenwälder (Cephalanthero-Fagion)

a) Mittelatlantischer Lorbeer-Seidelbast-Kalkbuchenwald
(Daphno laureolae-Fagetum, Durin et al. 67, Abb. 117)

Der artenreiche Buchenmischwald ist sonnseitig als stabile Klimaxgesellschaft weit (Normandie, randliches Pariser Becken, Belgien), aber immer nur kleinflächig auf kalkreichen Braunerden und verbraunten Rendzinen, speziell an erodierten Hangstandorten verbreitet (Roisin-Thill 62, Carici glaucae-Fagetum; Roisin 69). **B.:** Fagus sylvatica (nicht immer dominierend), Quercus

petraea et robur, häufig beigemischt Carpinus betulus, Fraxinus excelsior, Prunus avium, Acer pseudoplatanus, Tilia platyphyllos, Sorbus torminalis. Differentialarten wie bei der analogen mitteleuropäischen Einheit: Acer campestre, Ligustrum vulgare, Viburnum lantana, Mercurialis perennis, Cephalanthera damasonium, Orchis purpurea, Primula veris, Carex digitata, Viola hirta. Trennarten zum östlichen Carici-Fagetum: Daphne laureola, Tamus communis, Lonicera periclymenum, Ilex aquifolium. Thermophile Kalkzeiger (Polygonatum odoratum) und Quercion pubescentis-Arten dringen ein: Cornus mas, Buxus sempervirens, Cynanchum hirundinaria, Helleborus foetidus, Melittis melissophyllum, Ophrys muscifera-Variante. Zahlreiche atlantische Differentialarten: Endymion nutans, Primula vulgaris, Luzula forsteri, Dryopteris tavelii. Mullhumus-Arten: Melica uniflora, Neottia nidus-avis, sowie Fagetalia-Charakterarten: Lamiastrum galeobdolon, Polygonatum multiflorum. In **Südost-England** (Arundel Park, Tansley 39) kennzeichnen den mäßig frischen Kalk-Eichen-Buchen-Mischwald (18–22 m) zahlreiche Orchideen; Helleborus viridis, Cephalanthera damasonium, C. longifolia, C. rubra. Im östlichen Burgund (Rameau-Royer 75) tritt auf gereifter Rendzina der thermophile Weißseggen-Buchenwald mit Carex montana, Sesleria varia und Orchideen (Cypripedium calceolus) auf.

b) Thermophiler Färberöte-Buchenwald (Rubio peregrinae-Fagetum, Durin et al. 67)

Im trockeneren Mittelfrankreich und im Südwesten kennzeichnen auf Kalkstein-Braunlehmböden und brauner Rendzina thermophile Elemente. Die Niederwaldbestände haben enge Beziehungen zum Flaumeichenwald. Naturnah ist ein Buchenmischwald mit Stieleiche, auch Traubeneiche, etwas Hainbuche, Feldahorn und vor allem Elsbeere. Reiche Strauchschicht: Corylus, Euonymus europaea, Ligustrum vulgare, Cornus sanguinea, C. mas, auch Ilex aquifolium. Im Vergleich zum Daphno-Fagetum fehlen Acer pseudoplatanus und A. platanoides, dafür zusätzlich Quercus pubescens, Acer monspessulanum. Krautschicht mit südlichen Elementen: Iris foetidissima, Arum italicum, Lathyrus niger, Lithospermum purpurocaeruleum, Potentilla splendens. Typisch sind thermophile Arten: Ruscus aculeatus, Ornithogalum pyrenaicum, Melittis melissophyllum, Festuca heterophylla; ferner Tamus communis und Endymion nutans. Reichlich Fagion-Arten (Melica uniflora).

c) Kalaminthe-Buchenwald (Calamintho grandiflorae-Fagetum, Fagetum gallicum)

Oberhalb des Flaumeichenwaldes schließt im niederschlagsreichen Mittelgebirge (Aigoual) zwischen 1150–1500 m eine nahezu reine Buchenwald-Gesellschaft an. **CA.**: Galium odoratum (südlichstes Asperulo-Fagion), Epilobium montanum, Lamiastrum galeobdolon, Phyteuma spicatum (Dentaria pentaphyllos, Scilla bifolia), lokal Luzulo nivaeae-Fagetum-Charakter, Prenanthes purpurea. In den Cevennen Conopodium majus-Ausbildung (Adenostyles alliaria) auf Silikat-Braunerden. Typische Mercurialis perennis Ausbildung (Saxifraga rotundifolia) auf verbraunter Rendzina. Ausbildungen mit Phyllitis scolopendrium an Schattseiten mit Taxus baccata an warmen Standorten (25–30 m). Als Ersatzgesellschaft bildet sich ein strauchreicher Eichen-Hainbuchenwald mit Feldahorn, Esche (Primula veris); Kalk-Gebüsche (Ligustrum vulgare), Brometum erectae.

VI. Atlantischer Kalk-Eschen-Eibenwald (Fraxino-Taxetum, Tansley 39, Abb. 118)

Im südlichen Irland und England (South Downs, Watts 26) treten lokal, aber flächiger (10–20 ha, Kingley Vale/Sussex, Butser Hill/Hampshire) schwach gemischte bis reine, meist ungleichalterige 200–400/800 jg. Eibenwälder (Esche) von ausgezeichnetem Wuchs auf (80–150 cm ∅, 10–20 m). Durch kleinflächige Verjüngung beim baum- bis truppweisen Zerfall, hohe Baumzahl und dichter Schluß ist meist der Boden völlig vegetationsfrei (nudum; Mercurialis

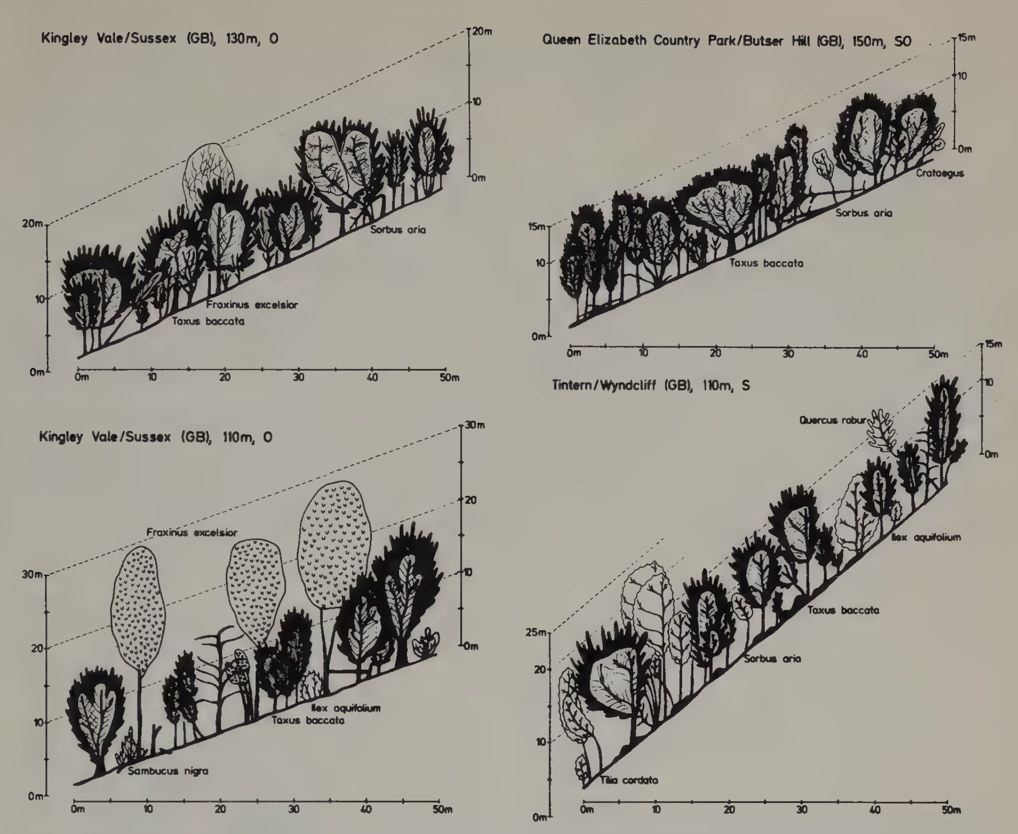


Abb. 118: Eibenreiche Wälder in England. Linke Reihe Eschen-Eibenwald im Reservat Kingley Vale. Mittelgründige Rendzina-Ausbildung am Mittelhang mit Eiben-Dominanz und eingesprengter Esche. Am Unterhang überwächst Esche vital die Eiben-Pionierbestockung. In Butser Hill stockt Eibe ebenfalls auf mäßig gründiger Rendzina. Primäre Waldpioniere (Sorbus, Crataegus) weitgehend ausgefallen. Auf südseitigen felsigen Steilhängen stocken lockere Winterlinden-Bestockungen mit Eiche, Ilex reichlich, Asplenium trichomanes (Tintern).

perennis). Nur ausnahmsweise handelt es sich um primäre Vorkommen an Kalkfelshängen und in Schluchten am Rande von Eichen- oder Buchen-Schlußwäldern.

Sekundärer Eibenwald: In Südengland stocken reine Eibenwälder meist auf tiefgründigem Kalkhangschutt von typischen Laubwald-Klimaxstandorten. Darauf deuten auch Vitalität und Wüchsigkeit der Eibe und die gute Wuchsleistung eindringender Laubbäume hin (Esche 20–30 m). Die früher weiter verbreiteten Eibenwälder (Druiden-Bäume) wurden wegen des wertvollen Holzes genutzt; Eiben-Reinbestände verdanken ihre Entstehung teilweise der Nutzung von eibenreichen Klimaxwäldern (Eiche für Schiffsbau, Buche für Bau- und Brennholz). Bei der Nutzung blieb der Eiben-Nebenbestand stehen und Eibe konnte sich generativ und durch Stockausschlag leicht verjüngen. Diese sekundären, eibenreichen Klimax-Ersatzwälder stellen ein progressives Waldentwicklungsstadium dar. Beim Fehlen der Schlußwaldbaumarten (Kingley Vale) entsteht ein latentes Dauerstadium.

Sukzession: Am Rande der Naturwaldreservate beginnt die Bewaldung zum Eiben-Pionierwald vom Kalkstein-Grasland über eine Strauchphase mit Crataegus, Juniperus communis, Ligustrum vulgare, Prunus spinosa und Sorbus anglica (auch Hasel-Eschen-Phase). Im Verbiß-Schutz der Dornsträucher kommt Eibe reichlich, selbst auf der Freifläche, an und entwickelt sich ziemlich raschwüchsig; 70- bis 80jährig, 8–10 m. Auf frischeren Standorten ist Esche vitaler und Eibe bildet dann den Nebenbestand; vital Clematis vitalba. Starker Verbiß durch Schafe und Rehe erfordert Zaunschutz zur ungestörten Entwicklung.

VII. Atlantische Laubmischwälder

1. Eschenwälder (Abb. 119)

a) Stieleichen-Eschenwald (Querco-Fraxinetum, KLÖTZLI 76; Endymio-Fraxinetum, NOIRFALISE 68)

Im weniger extrem atlantischen England werden außerhalb des Buchenwaldareals alle nicht zu sauren, relativ nährstoff- und kalkreichen, durchschnittlich frischen Standorte von einer ganz besonders typischen atlantischen Klimaxgesellschaft mit Edellaubbäumen eingenommen. Im Buchenwaldgebiet wird der Eschenwald auf Hangwasser-Gley- und Pseudogley-Böden abgedrängt.

Aufbau: Naturnah herrschen Esche, Bergulme bzw. Feldulme (subspontan Bergahorn, ferner Kirsche, Feldahorn), so daß Stieleiche nur eine geringe natürliche Rolle spielt (NOIRFALISE 69). Im Wirtschaftswald dominiert in der Oberschicht ausschließlich Stieleiche mit Edellaubbäumen im Nebenbestand, vergleichbar den eichenreichen Ersatzgesellschaften des Buchenwaldes (DUVIGNEAUD 59). Carpinus betulus ist auf trockeneren Standorten häufiger. Dominierende Corylus-

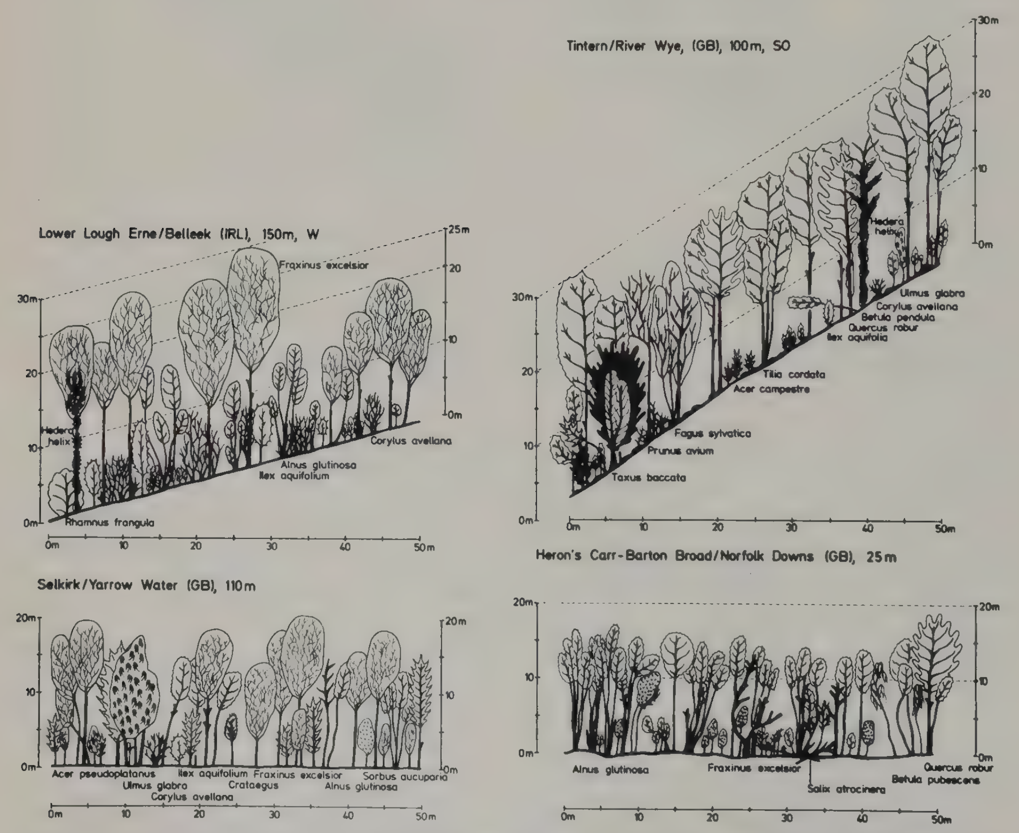


Abb. 119: Laubmischwälder. Den farnreichen Lehm-Winterlinden-Mischwald mit reichlich Efeu und Rubus kennzeichnen trotz der sonnseitigen Lage Phylittis scolopendrium und Polystichum aculeatum (Tintern). Der irischen Bestand Erne ein farnreicher (Phyllitis scolopendrium-)Eschenwald mit viel Hasel-Unterwuchs. Im Bach-Eschenwald auf einer öfter überschwemmten Insel (Yarrow Water) sind noch Schwarzerle, Bergahorn, Bergulme beigemischt (Pruno-Fraxinetum-Charakter). Besonders typisch ist der Schwarzerlen-Bruchwald Heron's Carr mit Salix atrocinerea.

Gebüsche oder Sambucus nigra-Dickichte belegen die anthropogene Abwandlung. Im geschlossenen Naturwald ist die spärliche Strauchschicht vielseitiger: Corylus, Crataegus-Arten, Lonicera xylosteum, Viburnum opulus, Ligustrum vulgare. Buchenwaldähnliche Krautschicht: Endymion nutans, Ranunculus ficaria, Mercurialis perennis, Galium odoratum, Conopodium majus.

Ausbildung: Trocken-sauer mit Holcus mollis, Pteridium aquilinum. Frisch-feuchte, nährstoffreiche Standorte mit Allium ursinum, Dryopteris-Arten, Athyrium filix-femina (Aegopodio-Fraxinetum Durin et al. 68): Sehr feuchte, ungemein wüchsige Ausbildung (Esche bis dgz 24 fm) mit Carex riparia, Iris pseudacorus (Pruno-Fraxinetum subatlanticum, Duvigneaud 59). Übergänge zum anthropogenen Hasel-Eschenwald sind fließend (Roisin-Thill 52). Durch die jahrhundertelange Nutzung (Stockhieb, Weide) sind aus den leistungsfähigen Edellaubbaumwäldern mittelwaldähnliche Eichenwälder mit Haselunterwuchs entstanden; heute großflächig in labile Nadelbaum-Plantagen mit Fremdländern umgewandelt. Standörtlich ähnliche Gesellschaften in Frankreich wurden als Endymio-Carpinetum (Noirfalise 69) beschrieben. Atlantisch spielt Carpinus auf nährstoffreichen Böden eine wesentlich geringere Rolle als Fraxinus. Die typischen Tieflagen-Edellaubwälder auf feuchteren Standorten lassen sich nur vom nordwestatlantischen Optimalgebiet aus beurteilen (Klötzli 76), Querco-, Dryopterido- und Hyperico-Fraxinetum können als planare bis kolline Vikarianten der Edellaubbaumwälder (Tilio-Acerion) zum Carpinion-Verband gestellt werden. Hyperatlantisch besiedelt der Eschenwald noch frischere Durchschnittsstandorte.

Tamo communi-Fraxinetum: Im warmtrockeneren Loire-Becken im Kontakt zum Rusco-Carpinetum und Rubio-Fagetum.

Hochland-Eschenwald (Betulo-Fraxinetum). Im Bengloy-Bergland (270–380 m) kommen auf Basalt geringwüchsige Eschenwälder (10–15 m) mit Moorbirke, Traubeneiche, Winterlinde und Bergulme vor. S.: Hasel, Prunus padus. Auf skelettreichen Böden differenzieren Asplenium trichomanes, Polypodium vulgare, Saxifraga hypnoides, bei mittlerer Bodenfrische: Blechnum spicant, Galium odoratum, auf nassen Böden: Crepis paludosa, Trollius europaeus, lokal Asplenium adiantum-nigrum, Phyllitis scolopendrium.

Eschen-Pionier- und -Vorwälder (Tansley 65) auf frischen, nährstoffreichen Buchenwaldstandorten typisch für das atlantische Klima; Zwischenstadium zum Buchen-Klimaxwald.

b) Wärmeliebender Kalk-Eichen-Eschenwald (Hyperico montani-Fraxinetum, Klötzli 76)

Diese seltene azonale Dauer- und Pionier-Gesellschaft besiedelt extrem flachgründige Kalk-Steilhänge (z. B. Derbyshire) oder Karstplateaus (Südpenninen); vereinzelt auf Dolomit in Nordschottland und in Irland (Sligo). Eschen-Dominanz in der Baumschicht, beigemischt Ulmus scabra und minor, stellenweise reichlicher Traubeneiche, in wärmeren Lagen Englands auch Kirsche, Feldulme, Winter- und Sommerlinde. Gut entwickelte Strauch- und Krautschicht ähnlich wie im Querco-Fraxinetum. Wärme- und Trockenzeiger differenzieren: Hypericum hirsutum, Viola hirta, Prunus avium, Tamus communis, Astragalus glycyphyllos. Wärmeliebende Kalk-Steilhang-Wälder (Carici-Fagetum) sind mit dieser Carpinion-Gesellschaft verwandt, die zu den letzten Ausläufern wärmeliebender Wälder im atlantischen Raum gehört. Die in Mitteleuropa auf analogen Standorten mitherrschende Traubeneiche wird von Esche und Bergulme weitgehend verdrängt.

c) Sonnseitiger Karbonat-Linden-Steilhangwald (Abb. 119) (Fraxino-Tilietum platyphylli, Pigott 69)

In England (Derbyshire) tragen Kalk-Steilhangstandorte sehr artenreiche, ungleichaltrige, meist aufgelockerte Lindenwälder. **B.:** Tilia platyphyllos (cordata), Fraxinus excelsior, Acer campestre. **S.:** Corylus avellana, Cornus sanguinea. **K.:** Rubus saxatilis, Melica nutans, Convallaria majalis, Geranium sanguineum, Mercurialis perennis, Teucrium scorodonia. Bei stärkerem anthropogenem Einfluß entwickeln sich Eschenbestände mit Crataegus.

d) Seggen-Bach-Eschenwald (Carici remotae-Fraxinetum, Durin et al. 67, Tüxen-Oberdorfer 58, Géhu 61)

Mit Schwerpunkt und Optimum ist diese Gesellschaft im gesamten atlantischen Westeuropa verbreitet. Die wüchsigeren Eschenbestände (30 m) charakterisieren Prunus padus, Carex remota, C. strigosa, Chrysosplenium oppositifolium et alternifolium, Circaea lutetiana, Mnium undulatum, Scrophularia alata. Das kalkreiche Aegopodio-Fraxinetum (Noirfalise-Sougnez 63) mit Ranunculus ficaria, Helleborus viridis, Filipendula ulmaria, Endymion nutans fügt sich randlich an.

e) Hirschzungen-Eschenwald (Phyllitido-Fraxinetum)

Farnreiche Eschenwälder mit Phyllitis scolopendrium wurden aus der Bretagne (Durin et al. 67) und von den Britischen Inseln (Derbyshire, Tansley 39; auch Irland, Lüdi 52) beschrieben. Kennarten: Asplenium adiantum-nigrum, Cystopteris fragilis, Polypodium vulgare, Gymnocarpium robertianum, Helleborus viridis (Hohes Venn, Schwickerath 44).

2. Schwarzerlenbruchwald (Alnion glutinosae)

Die Hauptverbreitung liegt im atlantischen Westen; sekundär im Nordosten. Der hygrophile Schwarzerlenbruchwald besitzt weithin einheitliche Physiognomie. Charakteristisch ist eine wechselnd mächtige Bruchmoortorf-Auflage (10–100 m) mit einem oberflächennahen Grundwasserspiegel. Der Standort ist im Winter mehrere Monate überschwemmt. Das hygrophile, geschlossenere Flachmoor-Endstadium mit oligo-, meso- und eutrophen Ausbildungen entwickelt sich in der Regel nach Großseggen- und Schilfgesellschaften (Magno-Caricion, Phragmition). Durch den extremen Standort stimmt der Großteil der Arten im mittleren Europa vom atlantischen bis kontinentalen Bereich überein (Bodeux 55).

Assoziations-Charakterarten: Alnus glutinosa, Salix cinerea S. triandra, S. pentandra, S. aurita, Ribes vulgare, Solanum dulcamara, Lycopus europaeus.

Ordnungs- und Verbandscharakterarten: Sphagnum squarrosum, Ribes nigrum, Carex elongata, Dryopteris thelypteris, Calamagrostis canescens, Carex laevigata, Ribes rubrum, Osmunda regalis, Trichocolea tomentella, Carex tenella, Dryopteris cristata.

In der Baumschicht wechselnd beigemischt Fraxinus excelsior, Betula pubescens, Sorbus aucuparia, dazu im Osten Pinus sylvestris, im Norden zusätzlich Picea abies. **S.:** Salix fragilis, Rubus-Arten, Frangula alnus, Humulus lupulus. **K.:** Festuca gigantea, Carex remota, Carex pendula, Stachys sylvatica.

Gliederung der Schwarzerlenbruchwälder (Bodeaux 55, Abb. 120)

Waldgebiet	Gesellschaft	Geographische Trennarten
Hyperatlantisches Westeuropa	Osmundo- et Pellio-Alnetum	Osmunda regalis, Carex acutiformis, Pellia epiphylla, Chrysosplenium oppositifolium
Atlantisches Westeuropa	Carici laevigatae-Alnetum	Carex laevigata, Osmunda regalis, Valeriana procurrens
Subatlantisches-subkontinentales Mitteleuropa	Carici elongatae-Alnetum medio-europaeum	ohne Trennarten; vereinzelt östliche Arten (Dryopteris thelypteris, Peucedanum palustre)
Boreales Nordeuropa	Carici elongatae-Alnetum boreale	Picea abies, Rubus saxatilis, Pyrola secunda, Carex tenella
Kontinentales Osteuropa	Dryopterido cristatae-Alnetum	Dryopteris cristata

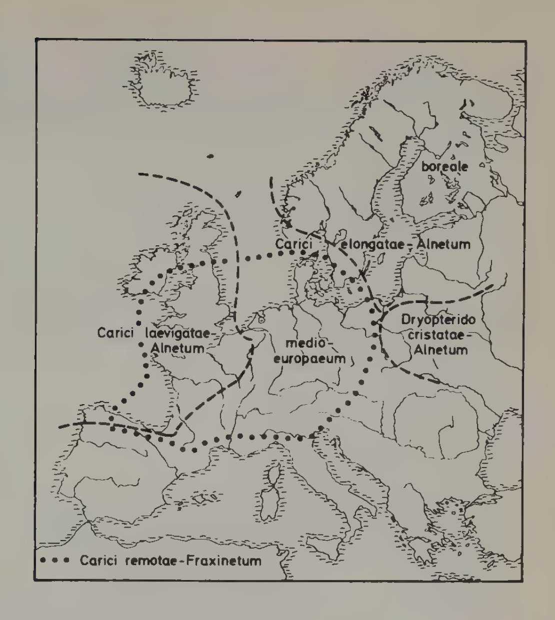


Abb. 120: Verbreitung der geographischen Ausbildungen des Schwarzerlen-Buchenwaldes (Alnion glutinosae BODEUX 55). Das hyperatlantische Osmundo-Alnetum ist nicht eingezeichnet.

a) **Atlantischer Schwarzerlen-Bruchwald** (Carici laevigatae-Alnetum, BODEUX 55, Abb. 119)

Im humiden atlantischen Klima findet die Schwarzerle besonders gute Lebensbedingungen und wird auch auf weniger gut wasserversorgten Standorten konkurrenzkräftig. Von der im gesamten atlantischen Bereich (Britische Inseln, Westfrankreich, Benelux-Staaten; BRAUN-BLANQUET-TÜXEN 52, SCHWICKERATH 44) verbreiteten Assoziation bilden das hyperatlantische Osmundo- und Pellio-Alnetum (KLÖTZLI 76) eine besondere regionale Ausbildung. **B.** und **S.:** Alnus glutinosa, Salix cinerea, aurita et atrocinerea, Betula pubescens. **CA.:** Osmunda regalis, Scutellaria minor. Begleiter: Athyrium filix-femina, Dryoteris carthusiana, Galium palustre.

b) **Oligotropher Sphagnum-Schwarzerlenbruchwald** (Sphagno-Alnetum)

Auf saurem, sandig-torfigem Substrat mit stagnierendem, sehr nährstoffarmen Wasser wächst die schlecht geformte Schwarzerle mäßig, so daß Betula pubescens gleichwüchsig wird. Trennarten in der spärlichen Krautschicht: Blechnum spicant und Molinia coerulea. Üppiger Moos-Teppich mit Sphagnum palustre, recurvum, fimbriatum et acutifolium (GÉHU 61, VAN DEN BERGHEN 53, SCHWICKERATH 44). In der mesophilen Valeriana procurrens-Ausbildung gedeiht infolge Wasserzügigkeit Schwarzerle besser und verdrängt Betula pubescens aus der Baumschicht. **DA.:** Carex remota, Ranunculus repens, Caltha palustris. Das eutrophe Cirisio oleracei-Alnetum (NOIRFALISE-SOUGNEZ 63, DURIN et al. 67) in Belgien stockt auf einem basischen Flachmoor; Hochstauden-Schwarzerlenbruch mit Eupatorium cannabinum, Filipendula ulmaria, Lycopus europaeus. Durch günstigere Feuchtigkeits- und Nährstoffverhältnisse können schon Fraxinus und Populus gedeihen. Das mitteleuropäische Carici elongatae-Alnetum reicht noch bis in das subatlantisch beeinflußte Nordfrankreich (GÉHU 61).

3. Moorbirkenwald

a) **Moorbirkenbruchwald** (Vaccinio myrtilli-Betuletum pubescentis, NOIRFALISE-DETHIOUX-DE ZUTTERE 71)

Auf dem Ardennen-Hochplateau kommen geringwüchsige (10–15 m) Birkenbruchwälder inselartig vor. Der Schwarzerlen-Moorbirken-Bruchwald auf 40–50 cm Bruchmoortorf entwickelt sich bei besserer Wasserführung zum Torfmoos-Schwarzerlenwald. **DA.:** Alnus glutinosa,

Salix cinerea, Calamagrostis canescens, ferner Luzula sylvatica, Polygonatum verticillatum. Der typische Moorbirkenwald ist ausgeprägter oligotroph (80 cm Torfauflage); **CA.:** Molinia coerulea, Polytrichum commune, Sphagnum girgensohnii; auch Trientalis europaea. Das Wollgras-Birkenmoor (eriophoretosum vaginati) mit über 1 m Torfmächtigkeit ist reich an Sphagneen; Empetrum nigrum, Calluna vulgaris.

b) **Torfmoos-Moorbirkenwald** (Sphagno-Betuletum pubescentis, TOMBAL 75)

Am Rande des Pariser Beckens kennzeichnet bodensaure Moorsenken Betula pubescens (7–12 m) mit Salix cinerea-Nebenbestand; weniger feucht auch Quercus robur eindringend. **DA.:** Molinia coerulea, Dryopteris carthusiana, D. dilatata, Rubus hirtus. Azidophile Arten: Lonicera periclymenum, Frangula alnus, Sphagnum fimbriatum et squarrosum, Vaccinium oxycoccus.

4. Weidengebüsche

a) **Salicetum triandrae** (LEBRUN-NOIRFALISE-SOUGNEZ 55, GÉHU 61)

Alluviale Buschwälder an Flußufern (Meuse) mit Salix viminalis, S. fragilis, S. alba, ferner nitrophile Arten: Convolvulus sepium, Solanum dulcamara, Bidens tripartitus.

b) **Salicetum repentis**

Auf den Britischen Inseln (TANSLEY 39) ist das Moorweidengebüsch auf die feuchtigkeitsbegünstigten Mulden von Dünenstandorten beschränkt: Selaginella selaginoides, Pyrola rotundifolia. Ein frühes Stadium mit einwandernder Salix repens kennzeichnen Carex arenaria, C. oederi, Epipactis palustris; im Salix repens-Aufwuchsstadium Carlina vulgaris, Pyrola minor.

c) **Salicetum aurito-cinereae** (TOMBAL 75)

S.: Salix cinerea, S. aurita, S. multinervis. **K.:** Glyceria plicata, Scutellaria galericulata.

VIII. Bergwälder des französischen Zentralmassivs
(Abb. 111, 121)

Das am Mont Doré 1886 m Höhe erreichende Gebiet nahe der Mediterraneis weist in den 4 Untergebieten unterschiedliche Bergwaldkomplexe auf (RUBNER-REINHOLD 53). Einige Gesellschaften sollen skizziert werden (VAN DEN BERGHEN 63, LEMÉE-CARBIENER 56, BAUDIÈRE 75).

a) **Planar-kolline Tallagen**

Buchsbaum-Flaumeichenwald (Buxo-Quercetum pubescentis); Karbonat-Standorte mit Acer monspessulanus, Rubia peregrina, Melittis melissophyllum, regional Lithospermo-Quercetum; im Süden randlich Quercus ilex, auch Rubio-Quercetum pubescentis;

Bodensaurer Buchsbaum-Eichenwald (Buxo-Quercetum roboris); Avenella flexuosa, Luzula forsteri, Conopodium majus;

Bodensaurer Traubeneichenwald (Periclymeno-Quercetum), Avenella flexuosa, Sarothamnus scoparius;

Braunerde-Eichen-Hainbuchenwald (Stellario-Carpinetum), Ilex aquifolium, Geranium nodosum; auch Scillo bifoliae-Carpinetum;

Bacheschenwald (Carici remotae-Fraxinetum) und Schwarzerlen-Eschenwald (Alno-Fraxinetum);

b) Montane Bergwälder

Submontaner Buchenwald (Buxo-Fagetum) auf Silikat mit Ilex aquifolium, Lonicera periclymenum, auf Karbonat mit Cephalanthera damasonium, Melittis melissophyllum; in Tälern mit Salvia glutinosa, Aristolochia clematites;

Montaner Buchenwald mit Melica uniflora (Galium odoratum, Dentaria heptaphylla; Melico-Fagetum; teilweise Luzulo niveae-Fagetum auf Hanglagen, auf Plateau-Lagen Ilici-Fagetum;

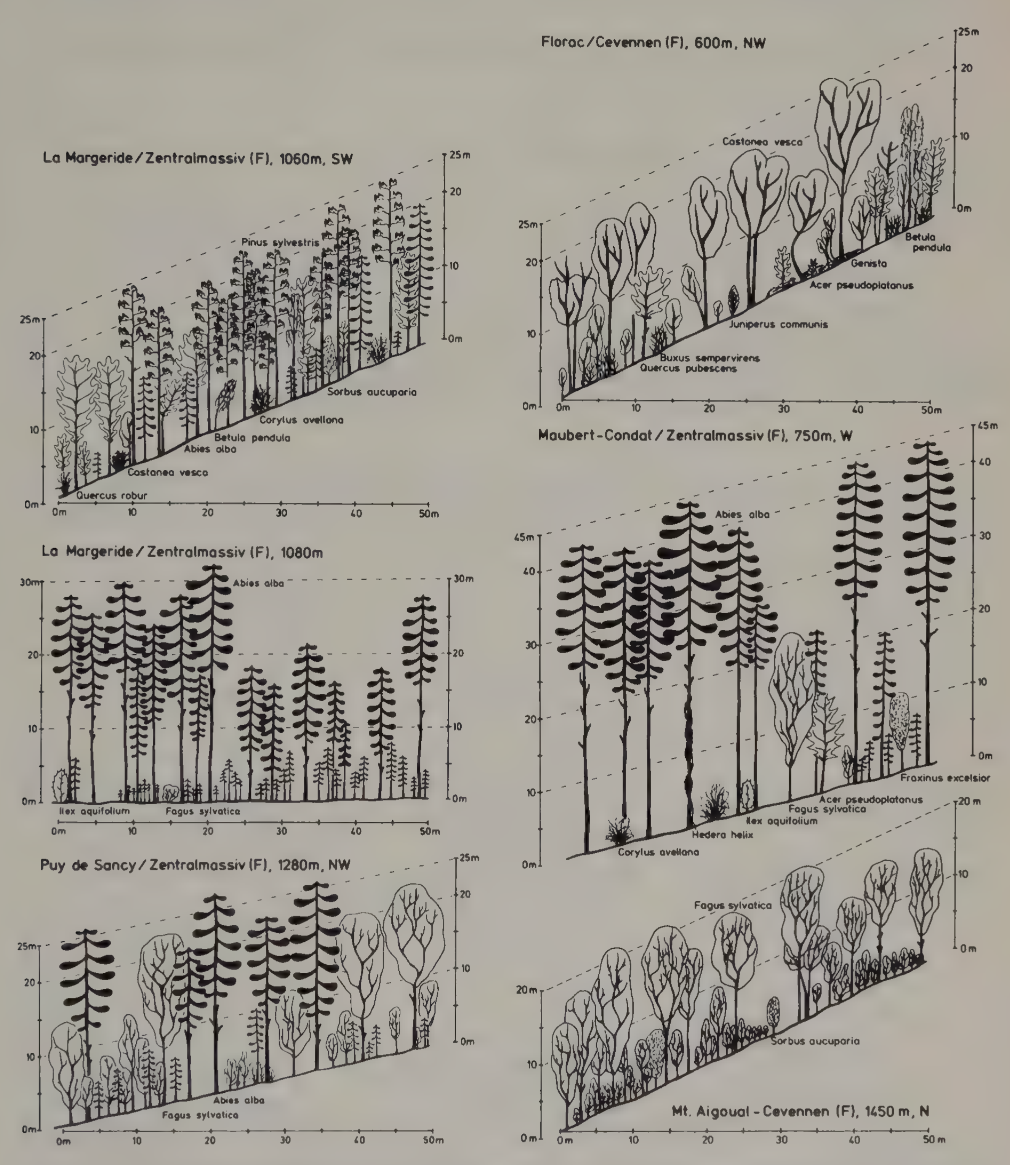


Abb. 121: Wälder des Zentralmassivs und der Cevennen. Flaumeichen-Kastanienwald auf Buxo-Quercetum-Standort (Florac). Querco-Pinetum abietetosum (La Margueride, 1060 m). Wuchsoptimaler Braunerde-Tannenwald mit Galium odoratum-Melica uniflora (Ilex, Maubert). Myrtillo-Plateau-Tannenwald (La Margueride, 1080 m) mit Sphagnum und Molinia im Kontakt zum Kiefernwald, Hochlagen-Tannen-Buchenwald mit Luzula sylvatica (Puy de Sancy). Buchen-Waldgrenzenbestockung am Aigoual (Luzulo-Fagetum).

Tannen-Buchenwald, z.B. mit Festuca altissima, auch bodensaure Ausbildungen;

Tannenwald (Abietetum); teilweise rein, z.T. mit Buche, Pinus sylvestris, Vaccinium myrtillus-Plateau-Tannenwald;

Höhenkiefernwald (Pinetum sylvestris); hochmontan, teilweise auch an der Waldgrenze; thermophile Ausbildung submontan (Cephalanthero rubrae-Pinetum sylvestris);

Ebereschen-Birken-Buschwald (Sorbo-Betuletum)

C. Subatlantisches Eichen-Buchen-Mischwaldgebiet
(Abb. 122)

I. Bodensaure Eichenwälder (Quercion robori-petraeae)

1. Bodensaurer (Buchen-)Traubeneichenwald (Luzulo luzuloidis-Quercetum petraeae, Noirfalise-Thill 58, Abb. 123)

Auf submontanen Schiefer-Quarzit-Standorten der Ardennen (250–580 m, 1000–1300 mm) und in Mosan (Sougnez 75) stocken Traubeneichenwälder mit Stieleiche auf frischeren podsoligen Braunerden, etwa Buche, Aspe (Elsbeere). Beim extremeren Standort handelt es sich um natürliche Bestände, größtenteils um degradierte Fago-Quercetum-Bestände, in denen die Eiche

Subatlantisches Eichen-Buchen-Mischwaldgebiet

trockener ↕ feuchter

saurer ⟷ basischer		
Querco-Betuletum	(Heiden)	Prunetum spinosae
Betulo- >QUERCETUM Sileno-	Pulmonario- CARPINETUM	Aceri- TILIETUM Taxo-Fagetum
Luzulo- >QUERCETUM Fago-	Stellario- >CARPINETUM Endymio-	Primulo v. >CARPINETUM Scillo-
Querco-Fagetum	(Carpino-Fagetum)	
Luzulo< FAGETUM	Endymio- >FAGETUM	Carici- FAGETUM
Molinio- QUERCETUM	Melico- Robori- CARPINETUM	(Aceri-) >FRAXINETUM
Carici e.-Alnetum	Ulmo-Fraxinetum	Carici-
Sphagno- Betuletum	Salicetum cinereae	triandrae

Abb. 122: Waldgesellschaftskomplex im subatlantischen Eichen-Buchen-Mischwaldgebiet. Fagetum und Carpinetum bzw. Quercetum (bodensauer) alternieren an frischeren bzw. trockeneren Standorten.

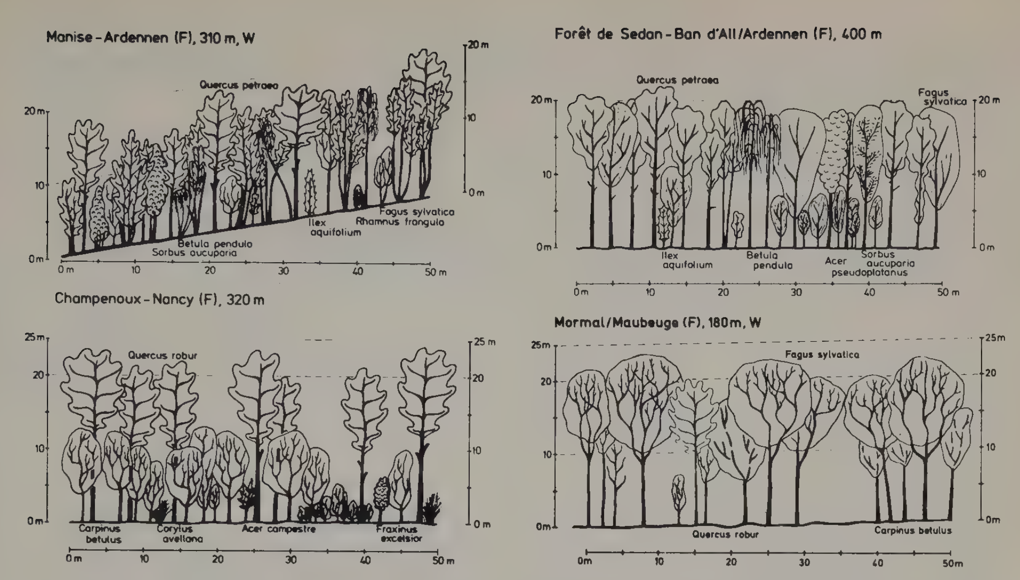


Abb. 123: Subatlantische Wälder. Stellario-Carpinetum (Champenoux) mit Poa chaixii, Mittelwaldstruktur. Bodensaures Fago-Quercetum mit Avenella flexuosa, Vaccinium myrtillus (Manise). Fago-Quercetum myrtilletosum auf Luzulo-Fagetum-Standort (Sedan). Buchen-Mittelwald auf Melico-Fagetum-Standort (Mormal).

(Birke) auf Kosten der Buche begünstigt wurde. S.: Eberesche, Ilex, Frangula alnus, Mespilus germanica, Rubus fruticosus. **K.:** Avenella flexuosa, Teucrium scorodonia, Holcus mollis, Lonicera periclymenum, Vaccinium myrtillus, Pteridium aquilinum, Calluna vulgaris. **M.:** Polytrichum formosum Mnium hornum. Westlich schließt außerhalb des Luzula luzuloides-Areals das analoge Avenello- bzw. Periclymeno-Quercetum (Géhu 61) mit Moor- und Sandbirke an.

Mannigfaltige Ausbildungen (Rogister 78) mit Viola riviniana (20–25 m), artenreicher mit Stellaria holostea. Molinio coeruleae-Quercetum (Clement et al. 75, Bodeux 54) mit krüppeligen 6–10/15 m hohen Niederwäldern auf vergleyten Standorten, Erica tetralix. Ferner mit Dryopteris-Arten (Modergley), Calamagrostis arundinacea (Sonnseiten, 30 m), Lonicera periclymenum (Sandboden, 20–25 m) und Luzula sylvatica (felsiger Standort).

Thermophiler bodensaurer Elsbeeren-Eichenwald (Sileno nutantis-Quercetum petraeae, Sougnez 75, Roisin-Thill 62) in den Ardennen. Den Standort belegen in der Baumschicht (25–32 m, 5–6 fm Zuwachs) Sorbus torminalis et aria, Pyrus pyraster, Mespilus germanica; Trennarten: Silene vulgaris, Anthericum liliago, Festuca ovina.

Bodensaure Eichenwälder sind subatlantisch überwiegend **Ersatzgesellschaften von buchenreichen Klimaxwäldern,** wie Beispiele aus höheren und tieferen Lagen Belgiens zeigen (Dupont 75, Roisin-Thill 62, Sougnez 75).

Naturhochwald	Sekundär(Nieder-)wald
Luzulo-Fagetum myrtilletosum	Luzulo-Quercetum typicum
Luzulo-Fagetum typicum	Luzulo-Quercetum violetosum
Fago-Quercetum submontanum	Luzulo-Quercetum leucobryetosum
Fago-Quercetum sorbetosum	Sileno-Quercetum petraeae
Fago-Quercetum	Querco-Betuletum
Convallario-Fagetum	Betulo-Quercetum

Die bodensauren Klimaxgesellschaften sind von eingeschränkter bodenökologischer Stabilität. Bei stärkerem, anthropogenem Einfluß werden buchenreiche Hochwälder von eichenreichen Nieder- und Mittelwäldern abgelöst, die wenigen Buchenwald-Arten von azidophilen Quercion-Elementen. Die Entwicklung geht zur paraklimatischen Ersatzgesellschaft Luzulo-Quercetum und

zum sekundären Betulo-Quercetum bzw. Querco-Betuletum mit weitgehend übereinstimmendem Artengehalt (Säurezeiger). Im birkenreichen Eichenwald sind primäre und sekundäre Gesellschaften vegetationskundlich nicht mehr zu unterscheiden.

2. Moosreicher Dünen-Eichenwald (Dicrano scoparii-Quercetum, Barkmann 75)

Auf mineralarmen, kalkarmen, trockenen Dünen-Mikropodsolen der Niederlande kennzeichnen die krautarmen, sehr moosreichen Quercus robur-Krüppelwälder: Hypnum cupressiforme var. ericetorum, Leucobryum glaucum, Pohlia nutans; Flechten: Parmelia physodes, Cetraria glauca.

II. Subatlantischer bis atlantischer, bodensaurer Buchen-Eichenwald

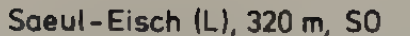
(Fago-Quercetum, Abb. 123, 124)

Mitteleuropäisch wird das montane Luzulo-Fagetum submontan vom Luzulo-Querco-Fagetum abgelöst, der Übergang zum Luzulo-Quercetum ist gleitend und das Betulo-Quercetum ist eine standortsextremere Dauergesellschaft, vom anthropogenen Querco-Betuletum abgesehen (Sougnez 75). Subatlantisch und noch ausgeprägter atlantisch wird das analoge Avenello-Fagetum durch die ausgeprägtere Verzahnung von Buchen- und Eichenwäldern unmittelbar vom Fago-Quercetum abgelöst unter Ausfall der Übergangsgesellschaft. Ilici- und Betulo-Quercetum erlangen flächige Verbreitung mit Klimaxwaldcharakter.

Westeuropäisches Endymio-Fagion-Gebiet	Mitteleuropäisches Melico-Fagion-Gebiet
Avenello-Fagetum	Luzulo-Fagetum
Fago-Quercetum	Luzulo-Querco-Fagetum, Fago-Quercetum
Ilici-Quercetum	Luzulo-Quercetum
Betulo-Quercetum	Betulo-Quercetum

Aufbau: (Noirfalise-Sougnez 63, Roisin 69, Sougnez 75, Rameau 78): Auf podsolierten, nährstoffarmen Böden geht submontan die Vitalität der Buche zurück, so daß sich Traubeneichen-Hochwälder mit Buchen-Nebenbestand bilden. Buche wird zur sekundären Mischbaumart oder Phasen-Sukzessionsart. Mischbaumarten Quercus rosacea (petraea x robur), Aspe, Eberesche, Sandbirke. Castanea sativa lokal in Ersatzgesellschaften dominierend. Der von Natur aus reichliche Ilex fällt gleich Buche durch den Niederwaldbetrieb aus.

Verbreitung: Die atlantische Gesellschaft ist im Buchen-Areal weit verbreitet. Zentralatlantisch kennzeichnet Mespilus germanica. In der Normandie und im Plateau armoricaine bestehen Übergänge zum Ilici-Quercetum. Die südliche Verbreitungsgrenze verläuft im Pariser Becken, die feuchtere Champagne noch einschließend (Rameau-Royer 74). Kleinflächig in Südost-England (Burnham). Über Belgien und Nordwestdeutschland erstreckt sich die nordostatlantische Rasse bis Dänemark (Trientalis europaea). In der Bretagne besitzt das Vaccinio-Quercetum petraeae teilweise Fago-Quercetum-Charakter (Clement-Gloaguen-Touffet 75). **S.:** Frangula alnus, Mespilus germanica. In der artenarmen Bodenvegetation dominieren Quercion-Arten: Carex pilulifera, Avenella flexuosa, Lonicera periclymenum, Teucrium scorodonia, Vaccinium myrtillus, Convallaria majalis, Luzula sylvatica, Blechnum spicant. **M.:** Scleropodium purum, Mnium hornum, Dicranella heteromalla. Vielfältige **Untergliederung** des submontanen Fago-Quercetum: bodenfrisch (Luzula sylvatica), feucht (Blechnum spicant, Athyrium filix-femina), hangfrisch (Dryopteris carthusiana), wechselfeucht (Molinia coerulea), stark podsoliert und wechseltrocken (Leucobryum glaucum, Calluna vulgaris), basenreich (Melica uniflora, Milium effusum). Am Rande des Pariser Beckens mit Ilex (luftfeucht), Carpinus (reicher, Tombal 75) und Sorbus torminalis (thermophil).



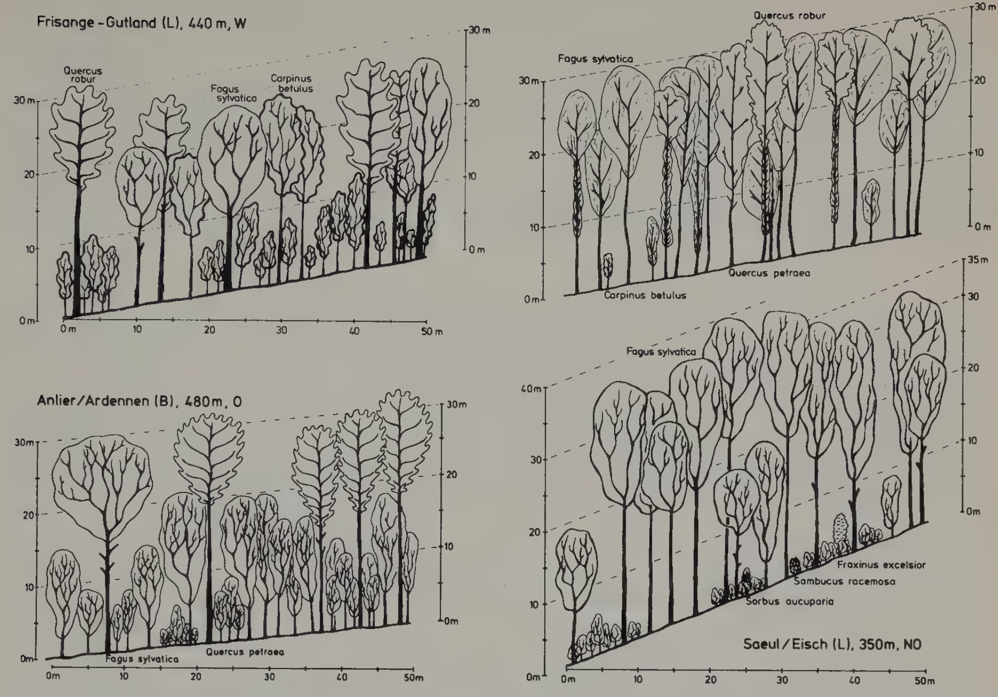


Abb. 124: Subatlantische Waldgesellschaften: Buchen-Eichen-Mittelwald in den Ardennen (Fago-Quercetum). Buchenreicher Arum maculatum-Stieleichenwald (Frisange). Schattseitiges, wuchsoptimales Asperulo-Fagetum (Saeul, 350 m). Sonnseitiges Asperulo-Querco-Fagetum am frischeren Unterhang.

III. Subatlantischer Eichen-Hainbuchenwald

1. Sternmieren-Traubeneichen-Hainbuchenwald (Stellario holosteae-Carpinetum, Sougnez 73, 80, Géhu 61, Schwickerath 44, Abb. 123)

Der subatlantische, mesophile Eichen-Hainbuchenwald steht sowohl unter atlantischem (Endymion nutans, Tamus communis, Narcissus pseudonarcissus) als auch gleichzeitig noch unter mitteleuropäischem Einfluß (Scilla bifolia, Pulmonaria officinalis). **B.:** Stieleichen-Dominanz (25–30 m), beigemischt Hainbuche, Schwarzerle, etwas Esche. **S.:** Corylus, Viburnum opulus, Prunus padus, Salix aurita; Hygrophile Kennarten: Filipendula ulmaria, Valeriana officinalis et procurrens, Cardamine pratensis, weiter Feuchtezeiger (Athyrium filix-femina, Stachys sylvatica), nitrophile (Geum urbanum) und submontane Arten (Polygonatum verticillatum, Festuca altissima), subboreale Elemente (Equisetum sylvaticum, Crepis paludosa), Säurezeiger (Blechnum spicant, Molinia coerulea); Laubmischwaldarten (Polygonatum multiflorum). **M.:** Mnium undulatum, Atrichum undulatum. Typische Ausbildung mit Lamiastrum galeobdolon, Carex sylvatica auf Braunerde, wüchsigere (30 m) Ranunculus ficaria-Ausbildung (Adoxa moschatellina, Glechoma hederacea). Vielfältig aufgebaute Gesellschaft mit Primula officinalis (Mercurialis, Rendzina), Corydalis solida (Eschen-Variante), Luzula luzuloides – Poa chaixii (bodensaurer im Osten bzw. im Westen), Endymion nutans (Westen), Galium odoratum (Carpino-Fagetum-Charakter; Géhu 61).

Feuchter Stieleichen-Hainbuchenwald (Robori-Carpinetum, Polygono bistortae-Querco-Carpinetum bzw. Stellario-Carpinetum filipendulosum ulmariae, Sougnez 73,vgl. Géhu 61)

In den Ardennen besiedelt (bis 400 m) der alluviale Eichenmischwald im Grenzbereich von Carpinion, Fagion, Alno-Padion und Quercion roboris sandig-lehmige, vergleyte, humusreiche Auwaldböden.

Der **eschenreiche Stieleichen-Mischwald** (Fraxino-Carpinetum/Quercetum, SOUGNEZ 78) mit Bergahorn, Schwarzerle, Moorbirke (Viburnum opulus, Arum maculatum, Carex sylvatica) leitet durch nur mittlere Stetigkeit der Hainbuche vom Carpinetum zum Quercetum über.

2. Lungenkraut-Eichen-Hainbuchenwald (Pulmonario montanae-Carpinetum, SOUGNEZ 75)

Die spezielle Arealrandausbildung löst das Stellario-Carpinetum an der Westgrenze ab. **B.:** Traubeneiche, Stieleiche, Hainbuche (Bergahorn, Buche); Hasel. **K.:** Fagetalia-Arten mit Anemone nemorosa, Potentilla sterilis, Euphorbia amygdaloides, vereinzelt noch Stellaria holostea; stets bodensaure Arten: Lonicera periclymenum, Teucrium scorodonia, Veronica officinalis, Polytrichum formosum. Bei Kontakt zum Buchenwald entstehen buchenreiche Eichen-Hainbuchenwälder auf basenreicheren Standorten (Mercurialis perennis, Circaea lutetiana, LEJOLY-GABRIEL 73). Im Gegensatz zum südosteuropäischen Carpino-Fagetum ist anthropogen bedingt diese Mischung labil (vgl. GÉHU 61). Primulo-(Norden) und Scillo-Carpinetum kleinflächig verbreitet.

IV. Subatlantische Buchenwälder

In den Benelux-Staaten und in den angrenzenden französischen Gebieten treffen in Buchenwäldern atlantische (Endymion nutans) und mitteleuropäische Arten (Luzula luzuloides) aufeinander. Von den Gesellschaften mit Übergangscharakter ist das Luzulo-Fagetum am weitesten verbreitet.

1. Submontaner bodensaurer Silikat-Buchenwald
(Luzulo luzuloidis-Fagetum, Abb. 123)

Avenello- und Luzulo-Fagetum bilden nur eine schmale Durchdringungszone. An der Sambre-Meuse (Belgien) dringt das Luzulo-Fagetum am weitesten nach Westen vor. Die Ardennen sind noch relativ mitteleuropäisch (NOIRFALISE 56); Belgien (NOIRFALISE-VANESSE 77, SOUGNEZ 80), Luxemburg (RENAULT 78), Famenne (ROISIN-THILL 62). Auf bodensaurer Silikat-Unterlage entwickeln sich nährelementarme, mäßig frische Moderbraunerden bis Podsol-Braunerden; unter 450 m an Schattseiten gebunden. Mittelwüchsige Buche dominiert (26–30 m, 4–5 fm Zuwachs), Traubeneiche beigemischt, auch Bergahorn. Etwas Ilex aquifolium im Nebenbestand. Krautschicht mit dominierenden, azidophilen Arten: Calamogrostis arundinacea, Luzula sylvatica, Avenella flexuosa. Polygonatum verticillatum und Poa chaixii sind Höhenzeiger. **M.:** Polytrichum formosum, Dicranum scoparium. Eindringende Quercion-Arten: Hypericum pulchrum, Holcus mollis; Fagetalia-Arten spärlich: Milium effusum. Die Untergesellschaften unterstreichen die breite ökologische Amplitude und das unterschiedliche Leistungsniveau (NOIRFALISE-VANESSE 77).

Untergesellschaft	Höhe in m	dgz	
typicum	20 – 30 m	4 – 5 fm	Moder-Braunerde
Vaccinium myrtillus	20 – 26 m	3 – 4 fm	Podsol-Braunerde
Milium effusum	30 m	5 fm	Mull-Braunerde
Festuca altissima	28 – 35 m	5 – 6 fm	frische Moder-Braunerde
Carex remota	28 – 32 m	5 – 6 fm	schwach vergleyte Braunerde

Das F. caricetosum glaucae auf Lehm-Braunerden mit Kalkzeigern (Carex digitata, Acer campestre) leitet zum Melico-Fagetum über (ROISIN-THILL 62).

2. Kolliner bodensaurer Eichen-Buchenwald
(Luzulo-Querco-Fagetum, vgl. Convallario-Fagetum, TOMBAL 75)

Die kolline Stufe ist etwas wärmer (0,5–1,0° C) und mit 850–1000 mm N deutlich niederschlagsärmer als die montane Buchenstufe. Deshalb treten zur Buche Traubeneiche (15–18 m) und Stieleiche als stete Mischbaumarten, ebenso Mesotherme: Convallaria majalis, Poa nemoralis, Hedera helix, Mespilus germanica, Vinca minor; reichlich Ilex aquifolium, besonders in alten Weidewäldern. Aufbau und Untergliederung ähnlich wie im Luzulo-Fagetum. Im Vogesen-Vorland (TIMBAL 75) Vaccinium myrtillus-Ausbildung in Luxemburg (LEJOLY-GABRIEL 73) mit Poa chaixii.

3. Westlicher Braunerde-Buchenwald
(Endymio nutantis-Fagetum, NOIRFALISE-SOUGNEZ 63)

In Mons (Flandern, NOIRFALISE-SOUGNEZ 63) und weiter westlich (SOUGNEZ 61) herrscht noch das Endymio-Fagetum, während in Luxemburg (RENAULT 78) oder Famenne (ROISIN-THILL 62) schon das Melico-Fagetum auftritt. Im randlichen Endymio-Fagetum fehlen noch Dentaria bulbifera und Hordelymus europaeus, während andere Fagion-Arten reichlich vorkommen; Mercurialis perennis, Melica uniflora, Galium odoratum, Sanicula europaea. Die wüchsigen (30–33/35 m, dgz 7,3 fm) Buchenwälder auf Kreidekalk wurden teilweise in eichenreiche Mittelwälder umgewandelt. Den artenreichen Buchen-Mischwald mit Stieleiche, Traubeneiche, Bergahorn und Hainbuche kennzeichnen Mercurialis perennis, Primula veris. Kalkvariante mit Viburnum lantana; ferner Ophrys muscifera, Cephalanthera damasonium. Weitere Ausbildungen mit Circaea lutetiana (Lößlehm), Convallaria majalis (Moder-Braunerde), Mercurialis perennis (Carici-Fagetum-Nähe).

4. Östlicher Perlgras- bzw. Waldmeister-Buchenwald
(Melico- bzw. Asperulo-Fagetum, Abb. 124)

Wüchsiger Braunerde-Buchenwald (29–33 m) mit dominierenden Buchen und etwas Traubeneiche, Bergahorn (Hainbuche) haben eine vollzählige Fagion-Arten-Garnitur mit Hordelymus europaeus, Galium odoratum, noch Endymion nutans, randlich bereits Luzula luzuloides. Typische Ausbildungen mit Potentilla sterilis, Stellaria holostea (DAGNELLE-HUBERTY-NOIRFALISE 60). Niederwald-Ersatzgesellschaften sind Buchen-Eichen-Mischbestände (RENAULT 78). In Burgund (RAMEAU 78) tritt nur noch an kühleren Schatthängen der Waldmeister-Buchenwald auf. Sehr wüchsige (30–35 m) feuchte Schattseiten mit Festuca altissima (LEJOLY-GABRIEL 73). Frische Braunerde-Überhänge mit Allium ursinum, Arum maculatum (30–32 m); ausgezeichnete Eschen-Qualität (30–32 m).

5. Seggen-Kalk-Buchenwald (Carici glaucae-Fagetum, Cephalanthero-Fagion)

In der Famenne (ROISIN-THILL 62) stocken auf Schatthängen mit frischeren Kalkstein-Braunlehmböden ziemlich wüchsige (25–32 m) Buchenmischwälder mit Sommerlinde, Esche, Kirsche, Bergahorn, Stieleiche, Traubeneiche und Bergulme. S.: Hasel, Hainbuche und Feldahorn. Reichlich mesophile Charakterarten: Melica uniflora, Galium odoratum, Hordelymus europaeus, auch azidophile Arten (Luzula luzuloides, Lonicera periclymenum). Als Trennarten Orchideen und Carices: Cephalanthera alba, Epipactis atrorubens. Carex digitata, speziell Primula veris, Polygnatum odoratum. In der Eichen-Hainbuchenwald-Ersatzgesellschaft Helleborus foetidus, Narcissus pseudonarcissus, an südseitigen Erosionsstellen sogar Sesleria varia, Globularia wilkommii.

6. Eichenreiche Ersatzgesellschaften des Buchenwaldes

Auch der Buchenwald war im atlantischen Westen früher weiter verbreitet (Noirfalise-Sougnez 63, Dethioux 78). Durch den Mittel- und Niederwaldbetrieb verlor die Buche erheblich Areal, da die ausschlagkräftigeren Baumarten begünstigt werden: Stieleiche, Hainbuche, Feldulme, Linde.

Buchenwald-Ausgangsgesellschaft	Eichenreiche Ersatzgesellschaft
Endymio – Fagetum	Endymio – Carpinetum
Luzulo – Fagetum milietosum	Stellario – Carpinetum luzuletosum

Nach belgischen Untersuchungen muß eine Ersatzgesellschaft nicht in jedem Fall ungünstigere Wachstumsfaktoren besitzen als die ursprüngliche Gesellschaft. Substitution ist also nicht immer gleich Degradation (vgl. Spessarter Eichenfurnierholzbestände).

V. Subatlantischer Laubmischwald (Roisin-Thill 62, Abb. 125)

1. Hirschzungen-Bergahorn-Lindenwald (Aceri-Tilietum)

Submontan bis kollin werden auf sehr steilen Schattseiten durchlässige Grobschuttböden und Blockhalden mit starker Humusbildung besiedelt. **B.:** Bergahorn (30–35 m), Tilia cordata et platyphyllos, Bergulme und Esche stabilisieren als Tiefwurzler den Boden. Artenreiche Strauchschicht: Corylus, Carpinus betulus, Cornus sanguinea. **CA.:** Phyllitis scolopendrium, Polystichum aculeatum, Actaea spicata, Lunaria rediviva. In der Famenne (Roisin-Thill 62) noch Cardamine impatiens et pratensis, Valeriana procurrens, Aconitum lycoctonum; Burgund (Royer-Rameau 75).

Sonnseitiger thermophiler Blaugras-Lindenwald (Seslerio variae-Tilietum, Rameau 78) in Burgund

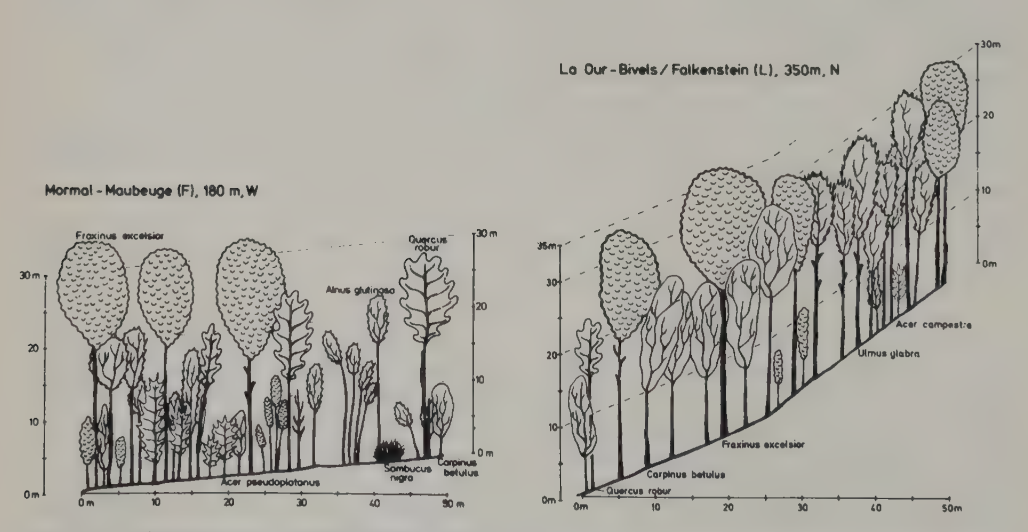


Abb. 125: Subatlantische Laubmischwälder. Circaea lutetiana-Schwarzerlen-Eschenwald (Pruno-Fraxinetum, Mormal). Hängiger Stachys sylvatica-Bacheschenwald (La Our).

2. Ulmen-Ahornwald (Ulmo-Aceretum)

An schattseitigen Felssteilhängen und relativ kühl-feuchten Unterhängen dominieren auf den kalkreichen Humus-Braunerden Bergahorn und Bergulme; Acer platanoides ersetzt Tilia platyphyllos. S.: Hasel, Sambucus racemosa, Prunus padus, Hedera. CA.: Polystichum aculeatum, Cardamine impatiens, Dentaria bulbifera, Centaurea montana, Actaea spicata; stete Arten: Mercurialis perennis, Dryopteris filix-mas. Bei Wasseraustritt häufig Chrysosplenium oppositifolium et alternifolium, Impatiens noli-tangere. Diese Gesellschaft hat schon ausgeprägt mitteleuropäischen Charakter, ebenso die Bergahorn-Eschen-Pioniergesellschaft (Aceri-Fraxinetum, LEJOLY-GABRIEL 73, GÉHU 61); vielfach fragmentarisch.

3. Farn-Ahornwald (Dryopterido-Aceretum)

Auf steilen, schattseitigen Quarzit-Schutthalden mit sauren Lehmböden dominiert Bergahorn, begleitet von Traubeneiche und Buche. In der Strauchschicht Ilex aquifolium und Corylus. Artenarme Krautschicht mit Dryopteris filix-mas, D. carthusiana, randlich Festuca altissima. Luzula luzuloides kommt noch vor. Moosschicht: Rhytidiadelphus loreus, Thuidium tamariscinum.

4. Hartholz-Auwald (Ulmo-Fraxinetum, LEBRUN-NOIRFALISE-SOUGNEZ 55; Aegopodio-Fraxinetum, NOIRFALISE-SOUGNEZ 63)

Im flußbegleitenden Hartholz-Laubwald dominieren Esche, Ulmus minor und Stieleiche. Reichlich Nitrophile: Glechoma hederacea, Rubus caesius, Alliaria officinalis, Stachys sylvatica, Aegopodium podagraria, Adoxa moschatellina, Mnium undulatum.

D. Hyperatlantisches Eichen-Eschen-Mischwaldgebiet (Abb. 126)

Labiler Standorts- und Gesellschaftsanschluß. In Irland und Westengland treten eigenartige Vergesellschaftungen auf, z.B. Blechnum spicant und Melica uniflora im Eichenwald. Die Änderung der Gesellschaftsverbundenheit (LÜDI 52) bei extrem atlantischem Klima erinnert an die weite Standortsamplitude subtropischer und tropischer Arten. Besonders auffallende Beispiele: Rohhumuszeiger Empetrum nigrum, Sieglingia decumbens und Calluna vulgaris auf Kalk zusammen mit Sesleria varia und Dryas octopetala (Burren), Säurezeiger Teucrium scorodonia auf

Hyperatlantisches Eichen-Eschen-Mischwaldgebiet

trockener

Erica cinerea - Ulex europaeus - Calluna-Heide

Querco- -BETULETUM

Fraxino-

Arbuto- -TAXETUM

Betulo- QUERCETUM

Betulo- FRAXINETUM

Fraxino-

Blechno- >QUERCETUM

Querco- >FRAXINETUM

Hyperico- >FRAXINETUM

Ilici- ALNETUM

Endymio- Phyllitido-Fraxinetum

Dryopterido-

Sphagno < BETULETUM

Pellio- ALNETUM GLUTINOSAE Osmundo-

Osmundo-Salicetum atrocinereae

Erica tetralix - Narthecium - Myrica - Hochmoor

feuchter

saurer ← → basischer

Abb. 126: Waldgesellschaftskomplex im hyperatlantischen Eichen-Eschen-Mischwaldgebiet. Eschen-Mischwälder dominieren auf durchschnittlichen Standorten mit Ausnahme der sauersten Unterlagen, auf die das Quercetum beschränkt bleibt. Der Schwarzerlenwald wird auch auf weniger feuchtem Standort konkurrenzkräftig.

Kalkfelsschutt, die Quercion ilicis-Art Rubia peregrina tritt zusammen mit dem atlantischen Farn Adiantum capillus-verneris auf. Die alpine Saussurea alpina gedeiht reliktisch im irischen Flachmoor. Dies unterstreicht die breite Gesellschaftsamplitude und das Auftreten von weniger gut charakterisierten Gesellschaften. Die Waldvegetation ist durch den extrem humiden Klimacharakter nicht vielgestaltig, aber dafür physiognomisch um so charakteristischer. Bodenfeuchte, farn- und moosreiche Gesellschaften von Auwaldcharakter dominieren in einer heide- und moorreichen, schwach bewaldeten Landschaft.

1. Rippenfarn-Traubeneichenwald (Blechno-Quercetum, Klötzli 76, Lüdi 52, Braun-Blanquet-Tüxen 52, Kelly-Moore 75, Abb. 113, 127)

Der bodensaure, farn- und moosreiche Traubeneichenwald besiedelt besonders im küstennahen Bereich (z. B. Irland, Killarney) stark saure Eisen- und Braunerde-Podsole auf Silikat-Gesteinen, im Westen auch dystrophe Tangelhumus-Rendzinen. **B.**: Mittelwüchsige (15–20/25 m) und schlechtformige Traubeneiche dominiert, in Pionierstadien ist Moorbirke häufiger, seltener Vogelbeere, Hängebirke, Stieleiche. In Killarney und im Lake District erreicht Ilex aquifolium (bis 20 m,

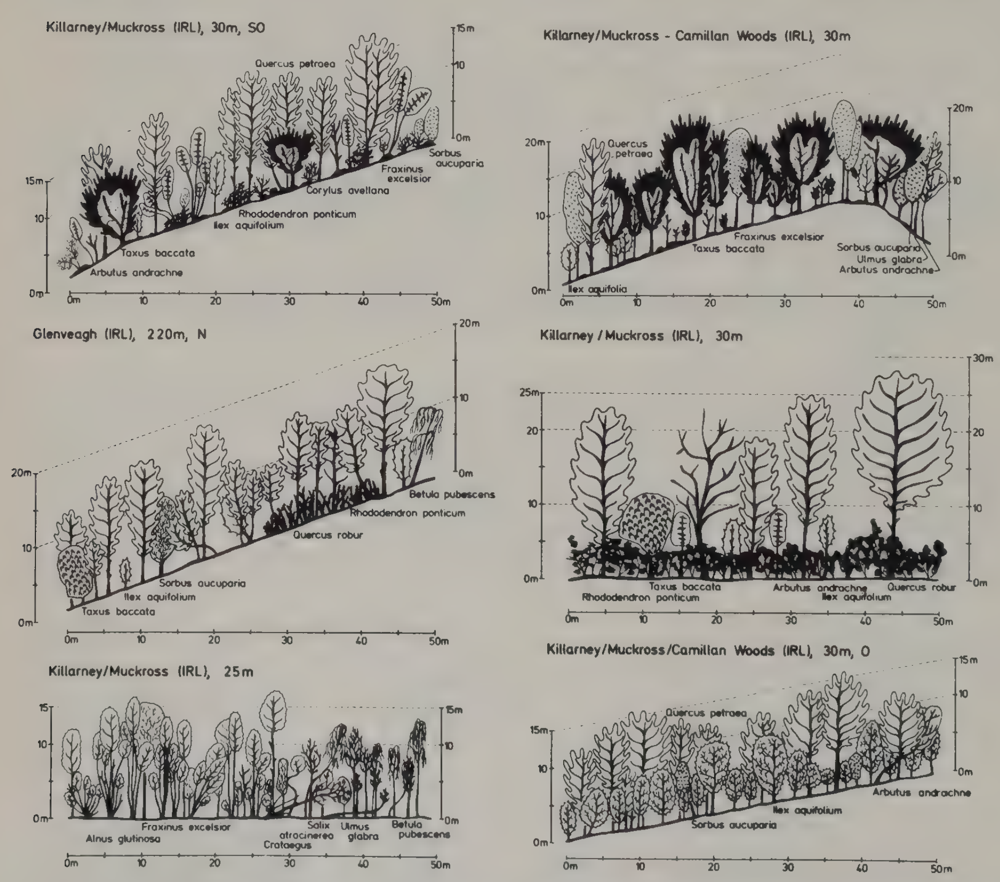


Abb. 127: Irische Wälder, Nationalpark Killarney. Auf der Ross-Halbinsel stockt am felsigen Seeufer eine Arbutus andrachne-Taxus baccata-Pionierbestockung (oben rechts), die sich nur langsam (links) zum Blechno-Quercetum weiterentwickelt (mittlere Reihe). Lokal besteht so dichte, sich ständig regenerierende Rhododendron ponticum-Unterschicht, daß die Eichen-Oberschicht ohne Verjüngungsmöglichkeit ausstirbt (Mitte rechts). Das Blechno-Quercetum des Nationalparks Glenn Veagh kennzeichnet Ilex. An feuchten Stellen in Killarney farnreicher Schwarzerlenwald (Osmundo-Alnetum) und Moorbirken-Weiden-Bruchwald.

30–40/60 cm Ø) die untere Baumschicht. Vielfach üppig entwickelte Strauchschicht (Frangula alnus). In frisch-feuchten Lagen dringt Rhododendron ponticum unaufhaltsam ein und verdrängt sogar Ilex in naturnahen Beständen. Nährelementreiche Corylus-Ausbildung (Esche, Sanicula europaea). Lokal Arbutus unedo. Birke und Eberesche bilden Pionierbestockungen. Auffallender Farn-Aspekt: Blechnum spicant, Dryopteris filix-mas. D. dilatata, Pteridium aquilinum; ferner Vaccinium myrtillus, Luzula sylvatica, Avenella flexuosa. Stärker entwickelte Moosschicht mit montanen Arten in feuchten Ausbildungen (Rhytidiadelphus loreus, Sphagnum acutifolium, ferner Plagiothecium undulatum, Isothecium myosuroides; Isoptergium elegans. Feuchtere Scapania gracilis-Ausbildung. Ausbildungen auf feucht-armen Gleypodsolen mit Molinia coerulea und Sphagnum, trockenere mit Agrostis tenuis und Calluna vulgaris. In der Bretagne werden ähnliche Standorte noch von Buchenwäldern eingenommen (Ilici-Fagetum myrtilletosum).

Epiphyten: In den luftfeuchtesten und niederschlagreichsten Gebieten (Killarney) sind die **Moospolster** von Hymenophyllum-Arten (tunbrigense, peltatum, wilsonii) überstellt, begleitet von weiteren hyperatlantischen Arten: Dryopteris aemula, Euphorbia hiberna, Saxifraga spathularis, Loeskeobryum breviroste. Wenn auch die Epiphyten an den flechtenbehangenen Ästen im Dryopterido-Fraxinetum häufiger sind, so ist doch die teilweise epiphytische Mikroassoziation vor allem an Astgabeln (Hymenophylletum, Braun-Blanquet-Tüxen 52) für den südwestirischen Eichenwald typisch. **CA.:** Neben Hymenophyllum-Arten, Polypodium vulgare, Saxifraga spathularis, Rhytidiadelphus loreus, Vaccinium myrtillus, Isothecium myosuroides.

Naturwaldgefährdung durch Rhododendron ponticum (Abb. 127). In den westirischen Nationalparks (Killarney, Glenveagh) bildet an feuchten Unterhängen der subspontane Rhododendron ponticum durch seine ungewöhnliche Vitalität großflächig einen dichten, reinen Nebenbestand, verhindert jede Eichennaturverjüngung und beherrscht nach altersbedingtem Ausfall der Eiche im luftfeuchten Klima auch ohne Schirm den Standort. Längerfristig werden dadurch viele wüchsige Naturbestände gefährdet. Die mechanische Entfernung von Rhododendron ist ungemein arbeitsaufwendig, kostenintensiv und stimuliert die Ausschlagsfähigkeit, so daß schon nach wenigen Jahren die Fläche wieder völlig zugewachsen ist. Eine wirksamere Kombination mit einem Wuchsstoffmittel (Schnittfläche) scheidet im Nationalpark aus. Nur konsequente Eingriffe können den Naturwald bewahren. Gleichzeitig treten starke Verbiß- und Schälschäden an Eiche durch Cervus nippon auf (Neff 75). Der an Immergrünen besonders reiche Laubwald (Ilex aquifolium, Saxifraga spathularis, Dryopteris aemula, Hymenophyllum-Arten) und auch die Vitalität von Rhododendron ponticum belegen den Übergang zum Lorbeerwald, wenngleich einwanderungsgeschichtlich typische Arten fehlen.

2. Stechpalmen-Traubeneichenwald (Ilici-Quercetum petraeae, Abb. 127)

Die Sonderausbildung des Blechno-Quercetum ist auf Karbonatstandorten in Killarney typisch ausgebildet. 18–22 m hohe, 150–200 jg. Baumschicht mit wechselnd dichter, 5–10 m hoher Ilex-Schicht, seltener Taxus baccata, etwas Eberesche und Moorbirke. Lianen: Lonicera periclymenum, Hedera helix. **K.:** Blechnum spicant, Luzula sylvatica, Dryopteris aemula, Vaccinium myrtillus. Reichlich Moose: Diplophyllum albicans, Thuidium tamariscinum. Viele Epiphyten: Polypodium vulgare, Hymenophyllum tunbrigense; speziell Porotrichium alopecurum.

Hyperatlantischer Eichen-Birkenwald (Betulo-Quercetum) keine pflanzengeographische Sonderstellung.

3. Farn-Eschenwald (Dryopterido-Fraxinetum, Klötzli 76, Abb. 119)

Im hyperozeanischen Westen der Britischen Inseln besiedeln Eichen-Ulmen-Eschenwälder basische, frischere bis staunasse, tonige Parabraunerden bis Pseudogleyböden auf analogen küstenferneren Standorten wie das bodensaure Blechno-Quercetum. Diese luxurierende, vitale, leistungsfähige Edelbaum-Wald-Gesellschaft besitzt subtropische Üppigkeit. Esche und Bergulme

erreichen bei raschem Wachstum und guter Ausformung 25–30 (35) m Höhe, beigemischt Quercus robur et petraea. Der subspontane Bergahorn vital und konkurrenzkräftig. Ausländische Baumarten (Pseudotsuga menziesii und Picea sitchensis) erzielten beste Anbauergebnisse. Artenreiche Strauchschicht mit Corylus-Dominanz, ferner Viburnum opulus, Ilex aquifolium. Im extrem atlantischen Bereich auch Hypericum androsaemum. Die vielfältige und wüchsige Krautschicht zeigt einen basenreichen, frischen bis feuchten Gesamtstandort an. Den Aspekt bestimmen Dryopteris-Arten: filix-mas, dilatata, borreri, aemula; lokal Polystichum aculeatum ssp. setiferum, Phyllitis scolopendrium (bis 1,5 m lange Wedel). Reichlicher noch Primula vulgaris, Mercurialis perennis, Geranium robertianum, Circaea lutetiana, Endymion nutans, Hedera helix.

Durch die breite soziologisch-ökologische Amplitude ergibt sich eine vielfältige Gliederung: Bodensaure Blechnum spicant-Einheit (Euphorbia hiberna), Ulmus glabra-Variante (Mercurialis perennis, Allium ursinum). Die Phyllitis-Subassoziation auf mäßig frischeren Böden umfaßt Schluchtwälder mit einmaliger Farn-Dominanz. Als Corylo-Fraxinetum wurde die Gesellschaft zuerst von Braun-Blanquet-Tüxen (52) beschrieben, aber erst bei stärkerem anthropogenem Einfluß breiten sich Corylus-Gebüsche (degradierte Waldersatzgesellschaft) aus, während in geschlossenen Beständen Farnherden charakterisieren. Auch die Osmunda regalis-Hartholzauen Südirlands mit vorherrschender Stieleiche gehören hierher.

4. Moosreicher Birken-Eschenwald (Betulo pubescentis-Fraxinetum, Tansley 39, evtl. Betula-Ausbildung des Dryopterido-Fraxinetum)

Bei hohen Niederschlägen (2000 mm) dringt in den südlichen Penninen (Silur) auf feuchten Böden Stieleiche ein; in der aufgelockerten Eschen-Baumschicht Betula pubescens reichlicher, Populus tremula. S.: Corylus avellana, Lonicera periclymenum. K.: Conopodium majus, Dryopteris filix-mas, Thelypteris limbosperma, Filipendula ulmaria, Geranium sylvaticum, Lysimachia nemorum, Stellaria holostea. Reiche Moosschicht: Rhytidiadelphus loreus, Mnium hornum, Hylocomium splendens.

5. Atlantischer Eibenwald (Abb. 127)

Im atlantischen Westen wird die Eibe im ökologischen Maximum durch Fröste nicht mehr geschädigt, so daß Eiben ohne überschirmende Hauptbaumarten mächtige Dimensionen (160–200 cm ∅) und ansehnliche Höhen (10–15/20 m) erreichen. Das physiologische Optimum erreicht Eibe im kolchischen Buxus-Laubmischwald (Sotschi) mit Höhen bis 30 m. Auf den Britischen Inseln wird die Eibe 400–600 (2000?) Jahre alt und erreicht knapp 5 m ∅, meist durch das Zusammenwachsen mehrerer Individuen.

a) Initialer Kalkfels-Eibenwald mit Erdbeerbaum (Arbuto-Taxetum)

Im südwestirischen Killarney (Mucross) stocken am Seeufer auf den flachgründigen Rendzinen plattiger Karbonkalk-Felsabbrüche 2–4 m hohe, krüppelige, gemischte, ziemlich offene Felswälder. Arbutus unedo mit ausgeprägteren Pioniereigenschaften wird als lichtbedürftige Art von Eibe allmählich auf extremere Rippenstandorte abgedrängt. Buschstämme von Esche, Eberesche (Sorbus anglica), Ilex aquifolium, Prunus spinosa begleiten die Eibe. Bodenvegetation: Kentranthus ruber, Hypericum ischaemum. Die Boden- und Vegetationsentwicklung von der initialen zur geschlossenen Gesellschaft geht nur sehr langsam am windexponierten, felsigen Seeufer vor sich.

b) Typische Eschen-Eiben-Dauergesellschaft (Fraxino-Taxetum)

Auf flachgründigen Karbonkalken siedeln bei Killarney (Mossy Woods) auf windexponierten Ufer-Standorten, Kalkrippen und konsolidiertem Kalkhangschutt nahezu reine Eibenwälder von mäßiger Wuchsleistung (8–12 m); vor allem Esche eingesprengt. Es zeichnet sich auch in der

Optimalphase keine Dynamik ab, während bei nicht so windexponierten Standorten weiter landeinwärts selbst auf Felsrücken die Entwicklung zum geringwüchsigen Blechno-Quercetum mit reichlich Taxus-Unterwuchs fortschreitet. Bodenvegetation fehlt nahezu (nudum), da das Lichtminimum infolge zusammengewachsener Mittel- und Oberschicht nicht gewährleistet wird; Moose in Lücken.

6. Hyperatlantischer Schwarzerlen-Birkenbruchwald (Klötzli 76)

In Westirland und Nordwestschottland kommen ähnlich wie in der Kolchis auch auf gut drainierten Böden Schwarzerlen-reiche Wälder vor (Mc Vean 64). Schwarzerle wird sogar im Betulo-Pinetum zur Mischbaumart. Durch Rodung und Beweidung blieben von Mineralböden-Schwarzerlenbruchwäldern nur Rudimente übrig.

a) Nährstoffreicher Erlen-Birkenbruchwald (Osmundo-Alnetum)

Die Bruch- und Sumpfwälder stocken auf torfig-anmoorigen Böden mit hohem Grundwasserstand, an Flachmooren und in Verlandungszonen nährstoffreicher Stillwässer, z.B. Norfolk Broads, in Mittelirland auf relativ sauren Torfböden. In der Baumschicht produziert Schwarzerle wüchsig und gut geformt Schälholz, beigemischt bis mitherrschend Betula pubescens, Fraxinus excelsior; Salix atrocinerea in initialen Stadien. Gut entwickelte Strauchschicht, Salix-Arten, Frangula alnus. Lokale Kennarten: Carex acutiformis, Iris pseudacorus, Dryopteris thelypteris, Lycopus europaeus, Calamagrostis canescens, Hydrocotile vulgaris (spezifisch westeuropäische Ausbildung), Equisetum palustre. Hochstauden (Filipendula ulmaria, Lysimachia vulgaris) und Grasähnliche (Carex acutiformis, Phragmites communis) bestimmen den Aspekt; reichlich Farne: Osmunda regalis, Dryopteris thelypteris; Acrocladium cuspidatum.

Bruchwälder ähnlichen Typs sind in Europa weit verbreitet (Bodeux 55, Noirfalise-Sougnez 61, Ellenberg 63, Klötzli 76). Die britisch-irischen Bestände besitzen auffällig viele Säurezeiger, Salix atrocinerea und häufigeres, vitaleres Auftreten von Osmunda regalis; Carex laevigata nur stellenweise. Das Osmundo-Alnetum ist als atlantische Vikariante des subatlantischen Carici elongatae-Alnetum (betuletosum) und als regionale Ausbildung des Carici laevigatae-Alnetum einzustufen, vgl. Kantabrien.

b) Königsfarn-Schwarzerlen-Weiden-Buschwald
(Braun-Blanquet-Tüxen 52); Osmundo-Salicetum atrocinereae)

Als Initial-Stadium siedeln in Irland an Flußufern und Seen 6–8 m hohe Salix atrocinerea- (atlantisch-westmediterran) Buschwälder mit Betula pubescens, im Terminalstadium von Alnus glutinosa überwachsen. Die typischen Pionierbestände kennzeichnen Osmunda regalis, Ribes nigrum; ferner Carex repens, Carex remota, meist reichlich Sphagnum squarrosum, Carex strigosa; auch in Westfrankreich

c) Nährstoffarmer Erlenbruchwald (Pellio-Alnetum)

Nährstoffärmere, kalkärmere Standorte an Bach- und Flußterrassen, an Seeufern und in felsigen Mulden werden im Hügel- und niederen Gebirgsland besiedelt. Schwarzerle dominiert. Mischbaumarten: Salix atrocinerea, Betula pubescens, Fraxinus excelsior. Gut entwickelte Strauchschicht mit Corylus, Lonicera periclymenum. **CA.**: Chrysosplenium oppositifolium, Viola palustris, Lysimachia nemorum, Lophocolea bidentata, Thuidium tamariscinum. **K.**: Ranunculus repens, Stellaria alsine, Chrysosplenium oppositifolium. Glyceria fluitans-Ausbildung an mineralischen See- und Bachufern. Sehr gut ausgebildete Moosschicht mit Pellia epiphylla-Dominanz, Mnium undulatum, Eurynchium stokesii, vereinzelt Sphagnum-Teppiche, auch Trichocolea

tomentella. Auf dem westeuropäischen Kontinent vergleichbar mit Glycerio-Alnetum (NOIRFALISE-SOUGNEZ 61), Sphagno-Alnetum trichocoleetosum (MAAS 59). Das Pellio-Alnetum der Britischen Inseln entspricht den Alno-Padion-Gesellschaften quelliger oder bachnaher Stellen Mitteleuropas. Im hyperozeanischen Raum ist der Oberboden analoger Standorte ganzjährig so stark vernäßt, daß sich Bruchwälder ausbilden und typische Alno-Padion-Gesellschaften fehlen.

E. Südatlantisches-submediterranes Eichenmischwald-Gebiet (Abb. 128)

Vom Loire-Becken (Sologne) nach Süden über die Gironde und die Westpyrenäen reicht das Gebiet bis Kantabrien. Vom Norden nach Süden ändert sich der Klimacharakter von mäßig kühl-feucht bis warm-feucht, so daß sich der hyperatlantische Charakter immer weniger typisch und nur noch in küstennäheren Schluchten ausprägt. An der französischen Atlantik-Küste verläuft nördlich von Cotentin die begrenzende Januar-Isotherme von +5°C, auch die Arealgrenze des Rusco-Fagetum und anderer hyperatlantischer Gesellschaften; Ulici maritimi-Ericetum cinereae. Die zentrale, im Sommer heißtrockene Zone kennzeichnet Pino-Quercetum ilicis (Roso-Ephedretum, Daphno-Ligustretum), die südliche, heiß-feuchte Zone das Pino-Quercetum suberis (Alysso-Helichrysetum staechadis).

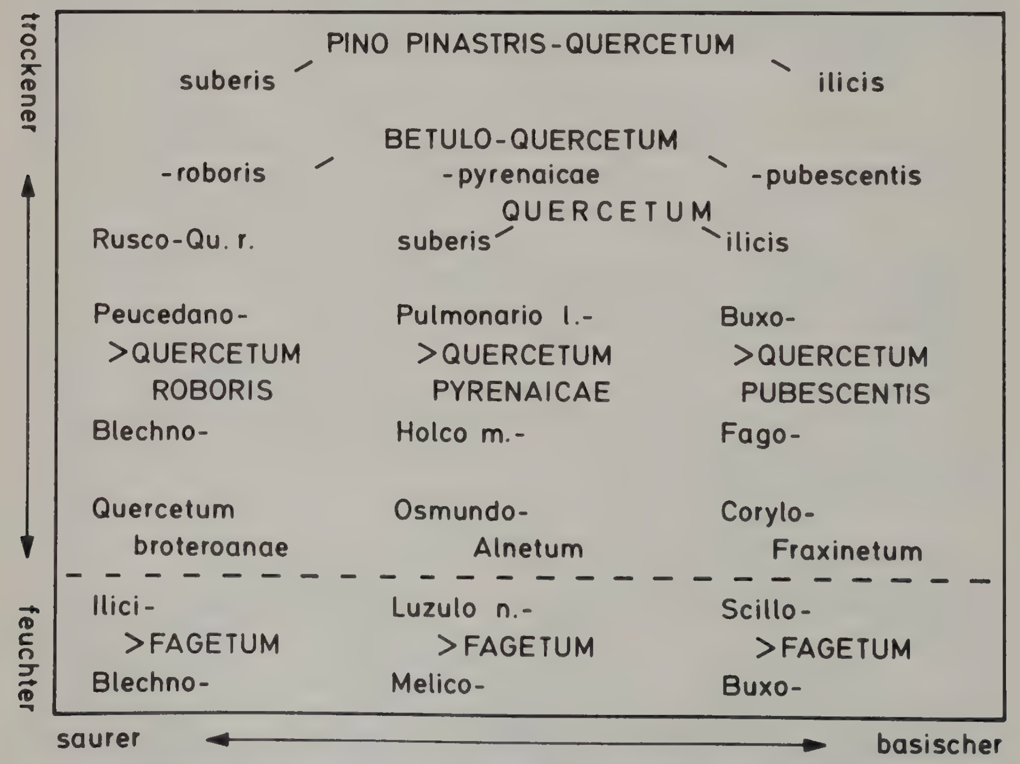


Abb. 128: Waldgesellschaftskomplex im südatlantischen Eichen-Mischwaldgebiet der Tieflagen. Quercus pubescens, Qu. pyrenaica und Qu. robur differenzieren unterschiedlich basenreichere Standorte.

I. Südwestatlantische Stieleichen-Pyrenäeneichenwälder

(Quercion robori-pyrenaicae subatlanticum, RIVAS-MARTINEZ 75,
Quercion occidentale BRAUN-BLANQUET 67, Abb. 129)

Die ibero-südwestatlantischen Klimax-Eichenwälder in Südwestfrankreich, Nordwestspanien und Nordportugal setzen sich deutlich von den zentralatlantischen Eichenwäldern ab, während die azidophile Grundvegetation mit Quercion robori-petraeae-Charakterartigen gemeinsam ist.

Quercion robori-pyrenaicae-Charakterarten: Quercus pyrenaica, Anemone trifolia ssp. albida, Luzula sylvatica ssp. henriguesii, Milium montanum, Physospermum cornubiense, Pulmonaria longifolia, ferner Aquilegia dichroa, Laserpitium thalictrifolium, Linaria triornithophora, Omphalodes nitida.

Gegen das mittelatlantische Gebiet differenzieren nicht nur Quercus pyrenaica, die von Iberien nach Norden bis in die Sologne und das Loire-Tal reicht, sondern auch thermophile Arten: Quercus ilex, Qu. suber, Q. faginea, ebenso verschiedene wärmeliebende Arten wie Ruscus aculeatus, Rubia peregrina, Daphne laureola f. atlantica, Rubus ulmifolius. Den atlantischen Charakter belegen Degradierungsweiser wie Erica scoparia, E. cinerea, E. lusitanica. Im Unterverband des Quercion robori-pyrenaicae subatlanticum (RIVAS-MARTINEZ 75):

Quercion pyrenaicae: Holco-Qu. pyrenaicae, Luzulo forsteri-Qu. pyrenaicae, Leuzeo-Qu. pyrenaicae, Festuco heterophyllo-Qu. pyrenaicae.

Quercion roboris: Vaccinio-Qu. roboris, Rusco-Qu. roboris, Blechno-Qu. roboris, Quercetum broteroanae.

1. Pyrenäen-Eichenwald (Quercion pyrenaicae)

Sub-mittelmontaner Pyrenäen-Eichenwald (Pulmonario longifoliae-Quercetum pyrenaicae DUPONT 75, Abb. 130). In mittleren Berglagen des niederschlagsreichen Kantabrischen Gebirges (400–1100/1300 m) baut Quercus pyrenaica mittelwüchsige (20–25 m) Schlußwälder auf: Quercus robur beigemischt (Pinus pinaster). S: Ilex, Sorbus aria, Frangula alnus, K: Physospermum cornubiense, Stellaria holostea, Anemone nemorosa, Lathyrus montanus, Sanicula europaea, Conopodium majus, Melampyrum sylvaticum (Daboecia cantabrica). Festuca heterophylla-(Luzula forsteri-)Ausbildung (BRAUN-BLANQUET 1967). Farn-Variante mit Blechnum spicant, Dryopteris tavelii. Acidophile Variante mit Pteridium aquilinum, Melampyrum pratense, Calluna vulgaris.

Litorale Quercus ilex-Mischbestände (Arbutus unedo, Cistus salviifolius, Phillyrea media, Smilax aspera) wurden bis auf Fragmente in Eucalyptus globulus-Pinus radiata (insignis)-Plantagen umgewandelt.

Kolline – submontane Castanea sativa-Ausbildung mit Salix atrocinerea, Rubia peregrina, Tamus communis, Rubus ulmifolius, Hypericum androsaemum, Picris hieracioides. Castanea hat seit 1875 durch Phytophtora 70–80% des Areals eingebüßt.

Mittelmontane Betula pubescens ssp. celtiberica-Fagus sylvatica-Ausbildung (700–1200 m). S: Ilex, Corylus, Sorbus aria. Auffallend: Physospermum cornubiense, Prunella hastifolia, Galium asturio-cantabricum, Helleborus viridis ssp. occidentalis, H. foetidus, Conopodium bourgaei, Scilla vera, Erythronium dens-canis, Blechnum spicant, Luzula sylvatica ssp. cantabrica. Im Macizo ibérico kommen montan (850 –1100 m) auf starksauren Kreidesandböden nur noch geringwüchsige (10–15 m), lockere Eichenwälder im Kontakt mit Buche vor (OBERDORFER-TÜXEN 58). Dichte Strauchschicht (Erica arborea, Frangula alnus), daneben Pulmonaria longifolia, Stellaria holostea, Luzula forsteri.

Subatlantische Dentaria trifolia ssp. albida-Ausbildung (DUPONT 75). Beim Pantano del Ebro (600/900 m) im Lee des Kantabrischen Gebirges treten noch geschlossene, wüchsige Bestände (25–30 m) mit wenigen atlantischen Arten auf: Ilex aquifolium, Helleborus viridis ssp. occidentalis, Hypericum androsaemum, auch Lilium martagon. Im subatlantischen Kontaktbereich Quer-

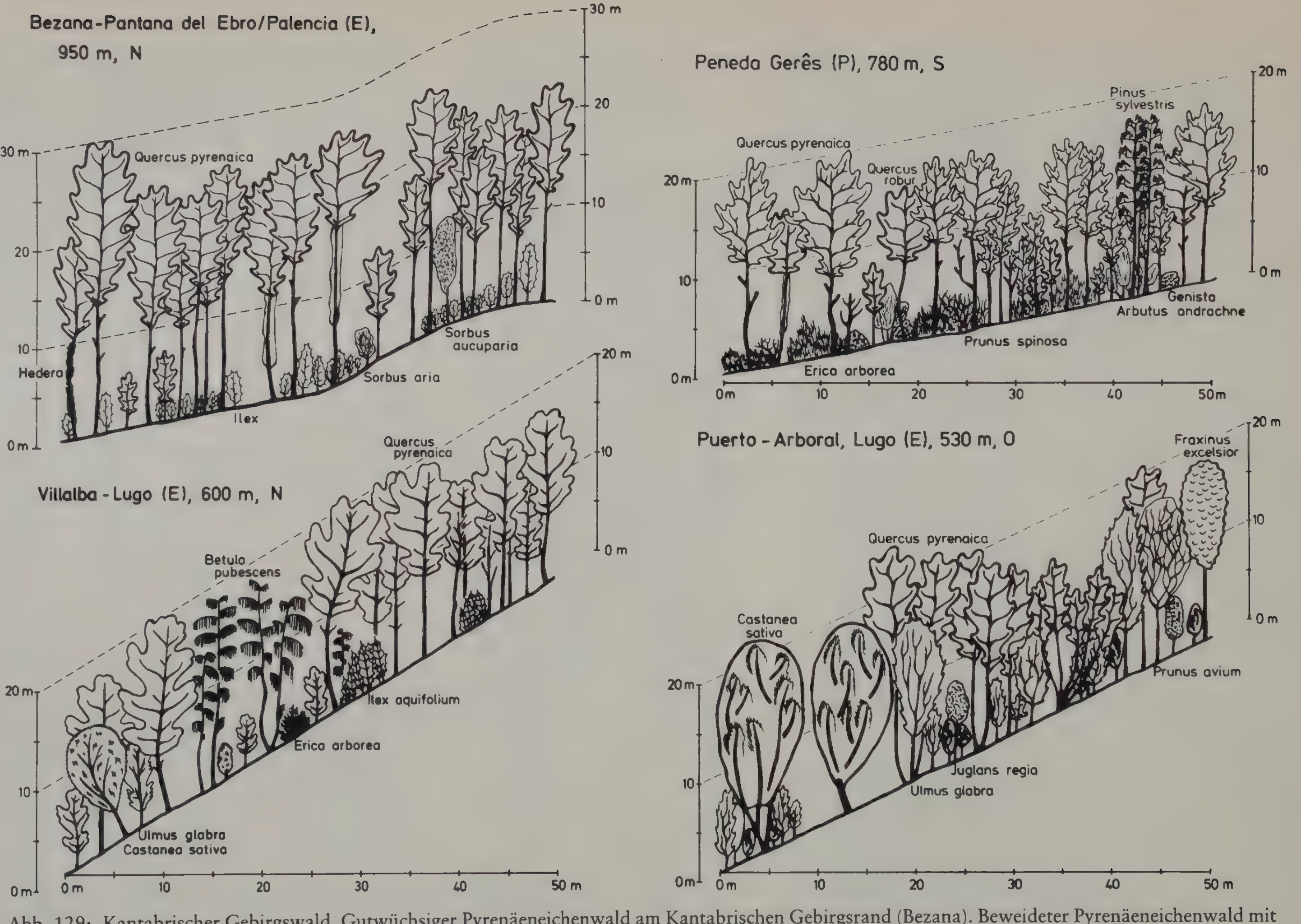


Abb. 129: Kantabrischer Gebirgswald. Gutwüchsiger Pyrenäeneichenwald am Kantabrischen Gebirgsrand (Bezana). Beweideter Pyrenäeneichenwald mit Birke (Betulo-Quercetum, Villalba). Geringwüchsigerer Erica arborea-Pyrenäen-Eichenwald mit randlichem Kiefernvorkommen im Nationalpark Peneda Gerês. Edelkastanien-Ausbildung des Quercetum pyrenaicae bei Puerto.

cus faginea-Variante (Lonicera etrusca, Genista scorpius) und Quercus rotundifolia-Variante (Daphne gnidium, Arctostaphylos uva-ursi).

Lusitanischer Pyrenäeneichenwald (Holco mollis-Quercetum pyrenaicae, Abb. 130). Durch Anemone trifolia ssp. albida regional differenziert, kennzeichnen die tiefmontane Eichenstufe (500–1300/1500 m; auch Serra do Gerês): Physospermum aquilegifolium, Omphalodes nitida, Narcissus triandrus, ssp. cernus, neben Säurezeigern (Lonicera periclymenum, Castanea); Betula pubescens-Variante (Braun-Blanquet et al. 56).

2. Birken-Pyrenäen-Eichenwald
(Betulo pendulae-Quercetum pyrenaicae, Braun-Blanquet 67, Abb. 115)

Von der warm-trockenen Sologne (500–700 mm N, 9–10°C Jahrestemperatur) nach Süden stocken auf tertiären Sanden artenarme Stieleichen-Traubeneichen-Quercus pyrenaica-Klimaxwälder, vielfach zu Eichen-Birkenniederwäldern und Heiden mit südlicher Erica scoparia degradiert. Die extrazonale Dauergesellschaft ist auf stark verarmte und trockene Standorte mit podsoligen Moder-Quarzsandböden beschränkt. Vorherrschende 20- bis 30jährige Niederwälder erreichen bei schlechter Ausformung nur 10–15 m Höhe. **B:** Quercus pyrenaica dominiert, Betula pendula beigemischt (Pyrus cordata). **CA:** Carex pilulifera, Hieracium pulchrum, Hieracium umbellatum (Laserpitium gallicum). **Verbandscharakterarten:** Teucrium scorodonia, Avenella flexuosa, Holcus mollis, Leucobryum glaucum. Begleiter: Rubus glandulosus, Molinia coerulea, Calluna vulgaris, Erica scoparia, E. cinerea, Sarothamnus scoparius. **M.:** Scleropodium purum, Hypnum cupressiforme, Cladonia-Arten.

Degradierungssukzession: Auf **trockenen** Böden entwickelt sich eine Pleurozium schreberi-Erica cinerea-Heide; sekundäre Pinus sylvestris- und Pinus pinaster-Bestände mit Ulex minor und Sarothamnus scoparius. Bei **frischeren** Böden folgt regressiv auf die Erica scoparia-Calluna vulgaris-Heide (1,5–2 m) oder Erica cinerea-tetralix-Heide eine Calluna-Pleurozium-Assoziation.

II. Bodensaurer Stieleichen-Wald

1. Rippenfarn-Stieleichenwald (Blechno-Quercetum roboris, Tüxen-Oberdorfer 58, Mato Iglesias 68)

In Galizien und Kantabrien (50–650 m) tritt bei mediterran getöntem Klima auf podsolierter Braunerde ein analoges Blechno-Quercetum wie im hyperatlantischen Irland auf (Klötzli 76). Die iberische Vikariante hat weitgehend die gleiche Artenkombination: Blechnum, Ilex, Endymion, Vaccinium myrtillus, Luzula sylvatica; im Norden fehlen Castanea vesca, Hypericum pulchrum, Euphorbia hiberna. Lusitanische submediterrane Trennarten: Erythronium dens-canis, Genista leptoclada, Anemona trifolia, ssp. albida, Crepis lapsanoides, Asphodelus lusitanicus, Omphalodes lusitanica, Lithospermum prostratum, Daboecia cantabrica, Sarothamnus welwitschii, Arenaria montana, Saxifraga umbrosa, Erica arborea, Physospermum aquilegifolium, Ruscus aculeatus. In Kantabrien wurden die bodensauren Heidelbeer-Stieleichenwälder (12–25/30 m) zum größten Teil zu Erica-Ulex-Calluna-Heiden degradiert oder lokal auf den mäßig geneigten, quarzreichen Standorten (200–400 m) in Castanea sativa-Bestände umgewandelt. Bei der bodenfeuchten Ausbildung mit Dryopteris aemula und Saxifraga umbrosa tritt wie in Irland das Hymenophelletum tunbrigense auf und bei hyperatlantischem Lokalklima entwickeln sich Epiphyten auf Eichen gut: Hymenophyllum tunbrigense, Plagiochila spinulosa, Aplanolejeunia microspora. Wärmere Lagen mit Tamus communis und Erica arborea (Braun-Blanquet 66).

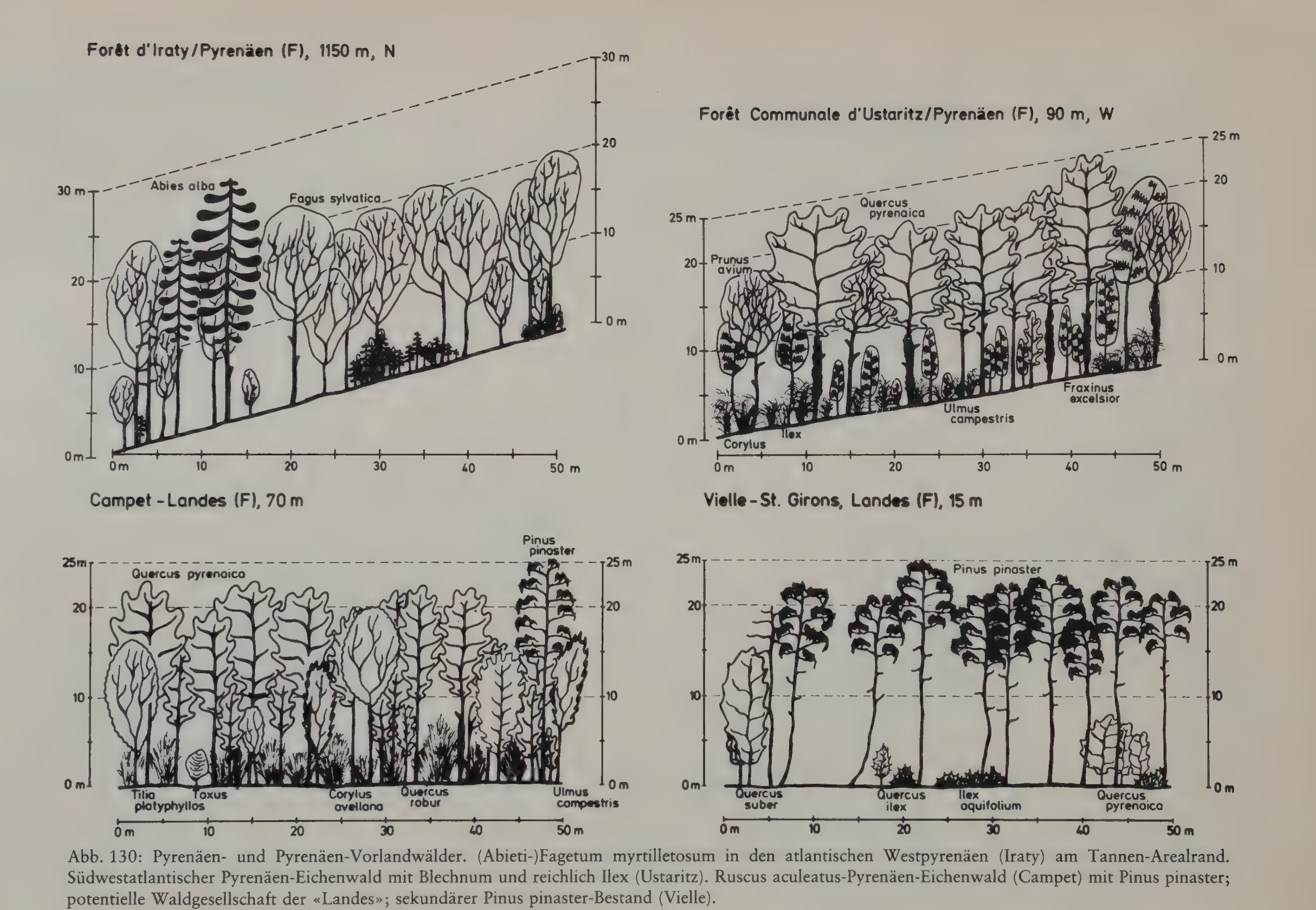


Abb. 130: Pyrenäen- und Pyrenäen-Vorlandwälder. (Abieti-)Fagetum myrtilletosum in den atlantischen Westpyrenäen (Iraty) am Tannen-Arealrand. Südwestatlantischer Pyrenäen-Eichenwald mit Blechnum und reichlich Ilex (Ustaritz). Ruscus aculeatus-Pyrenäen-Eichenwald (Campet) mit Pinus pinaster; potentielle Waldgesellschaft der «Landes»; sekundärer Pinus pinaster-Bestand (Vielle).

2. Thermophiler Haarstrang-Stieleichenwald (Peucedano gallici-Quercetum roboris; BRAUN-BLANQUET 67, RAMEAU-ROYER 75, DELELIS-GÉHU 75)

Auf frischeren bis feuchten Standorten Südwest-Frankreichs stockt der relativ wüchsige (20–25/30 m, bis 1 m ∅) Stieleichenwald (Quercus rosacea et andegayense) mit Sandbirke, beigemischt Pyrus communis-cordata; auch Castanea sativa. Sorbus torminalis kennzeichnet zusammen mit Mespilus germanica (Asphodelus albus) eine Untergesellschaft. **CA.**: Peucedanum gallicum. Reichlich Quercion-Kennarten: Hypericum pulchrum, Hieracium umbellatum, Molinia coerulea, Holcus mollis, Rubus serpens, auch Ruscus aculeatus, Hedera helix. **M.**: Scleropodium purum, Hypnum cupressiforme. Geringerwüchsige Variante mit Betula pendula-Leucobryum glaucum (Eiche 10–20/25 m), Ersatzgesellschaft mit Molinia, Calluna, Erica cinerea und Ulex minor. In der relativ trockeneren Sologne ist das Peucedano-Quercetum typicum an feuchtere, in der niederschlagsreicheren Puisaye am Rande des Pariser Beckens an trockenere Standorte gebunden (relative Standortskonstanz; RAMEAU-ROYER 75).

Rusco aculeati-Quercetum roboris (0–600 m) bis zum Douro. Im Quercion occidentale noch das Myrtillo-Quercetum roboris in Galizien (800–1000 m).

3. Galicischer Stieleichenwald mit Korkeiche

(Rusco aculeati-Quercetum roboris quercetosum suberis, LOSA QUINTANA 75)

Die submediterrane Gesellschaft baut in mediterran beeinflußten Tieflagen (0–800 m) auf exploitierten Korkeichen-Standorten (Ponte Vedra) Bestände mit Quercus robur-Dominanz auf, begleitet von Quercus pyrenaica, Castanea sativa. Charakterarten: Quercus suber, Daphne gnidium, Arbutus unedo, Asplenium onopteris und Osyris alba belegen den mediterranen Einfluß. Viele Quercion-Arten: Jasione montana, Lithodora diffusa, Ulex europaeus, Arenaria grandiflora, Agrostis setacea, Daboecia polyfolia. Baskischer Stiel- und Traubeneichenwald (ALLORGE 41). In Zentral- und Nordwest-Portugal (PINTO DA SILVA 50) hat die Viburnum tinus-Ausbildung (Laurus nobilis) Macchien-Charakter. Lobelia urens und Picris hieracioides kennzeichnen nördliche und meernähere Vorkommen. Erica arborea(Acer pseudoplatanus)-Ausbildung nur im Norden (400–800 m) im Kontakt mit dem montanen Stieleichenwald.

4. Lusitanischer montaner Stieleichenwald

(Quercetum broteroanae; PINTO DA SILVA 50, BRAUN-BLANQUET et al. 52)

In der portugiesischen Serra da Estrêla und do Gerês bildet zwischen 700–1300 (1600) m Quercus robur ssp. broteroana, im tieferen Bereich mit Quercus pyrenaica, über 1100 m mit Betula pubescens eine montane Höhenstufe: **CA.**: Silene nutans, Arenaria montana, Prunella hastifolia, Scilla hispanica, ferner Pteridium, Jasione montana. Nach oben schließt an das Galio harcynici-Nardetum strictae (1500–1600 m, sekundär) das Erico (australis ssp.) aragonensis-Juniperetum nanae (1500–2000 m) an. In der niederschlagsreichen Serra do Gerês ein Myrtillo-Quercetum (800–1000 m) mit Galium rotundifolium, Laserpitium thalictrifolium, Picris longifolia; reichlich Ilex aquifolium, Erica arborea, Cytisus scoparius. Heute großflächig mit Pinus pinaster umgewandelt.

5. Südwestfranzösischer Eichen-Birkenwald

(Betulo-Quercetum-roboris; KLÖTZLI 76)

Die mäßigwüchsigen Bestände kennzeichnen ziemlich stet: Peucedanum parisiense, Erica cinerea.

III. Südwestatlantischer Flaumeichenwald

1. Kalk-Flaumeichenwald (Buxo-Quercetum pubescentis)

Im Pyrenäen-Vorland (BAUDIÈRE 75) und in Tieflagen des Kantabrischen Gebirges (TÜXEN-OBERDORFER 58) stocken auf warm-trockenen, sonnseitigen Kalkstandorten (bis 800 m) niederwaldartige Buschwälder (5–10/15 m). **B.**: Flaumeiche (auch Quercus stremii = pubescens x petraea), Sorbus aria, S. torminalis, Acer opalus, Tilia cordata, Acer monspessulanum; Castanea sativa. **S.**: Buxus sempervirens, Ilex aquifolium, Coronilla emerus, Daphne laureola, Cytisus scoparius, Ruscus aculeatus. **K.**: Festuca heterophylla, Centaurea triumfettii, Galium umbellatum, Pulmonaria montana, Conopodium majus, Orobus niger, Cephalanthera alba, Geranium sanguineum, Anthericum liliago.

Rubio peregrinae-Quercetum pubescentis (ROYER-RAMEAU 75). Besondere Ausbildung des Buxo-Quercetum vom südlichen Lothringen über Burgund nach Süden auf sonnseitigen Felsen- und Rendzina-Standorten. **B.**: Quercus pubescens, Qu. petraea, Acer campestre, Sorbus aria, S. torminalis (S. latifolia), Acer monspessulanum, Buxus sempervirens, **K.**: Potentilla micrantha, Limodorum abortivum, Chrysanthemum corymbosum, Primula veris, Ruscus aculeatus (besondere Ausbildung des Buxo-Quercetum).

2. Bodensaurer Flaumeichenwald (Fago-Quercetum pubescentis; BAUDIÈRE 75)

Im Pyrenäen-Vorland auf bodensaurer Unterlage. **B.**: Quercus pubescens, Acer monspessulanum, (Buche). **S.**: Lonicera periclymenum, Clematis vitalba, Rubus bellardi (Ilex aquifolium), Crataegus monogyna. **K.**: Teucrium scorodonia, Poa nemoralis, Brachypodium sylvaticum, Festuca heterophylla, Satureja officinalis, Stellaria holostea, Luzula forsteri.

3. Birken-Flaumeichenwald (Betulo-Quercetum pubescentis, TOMBAL 75)

Aus dem Forêt de Fontainebleau beschrieben mit Quercus pubescens, Quercus x calvescens, Betula pendula et pubescens, Calluna vulgaris, Molinia coerulea, Polygonatum odoratum (Kiefer künstlich eingebracht, bis 15 m).

IV. (Sub-)Mediterrane Grenzgesellschaften

1. Südatlantischer Quercus ilex-Wald
(TÜXEN-OBERDORFER 58, ABBAYES 54; BRAUN-BLANQUET 66)

Im NW-Spanien und auch in SW-Frankreich treten auf durchlässigen Kalk-Standorten Niederwälder (5–6 m) auf. Quercus ilex dringt im atlantischen Bereich relativ weit nach Norden vor. Kennarten des Viburno tini-Quercetum ilicis: Smilax aspera, Laurus nobilis, Rhamnus alaternuns, Phillyrea media, Pistacia terebinthus (Abb. 131).

2. Ginster-Korkeichenwald (Ulici europaei-Quercetum suberis)

In Kantabrien (Vigo-Lugo) und im südwestlichen Frankreich finden sich noch Reste von Korkeichenwäldern (0–400 m). Wichtigere Arten: Cistus salviifolius, Lavandula stoechas, Erica umbellata, Calluna. Bei Orense auch Arbutus unedo, Erica arborea, Ulex nana (BELLOT-CASASECA 53).

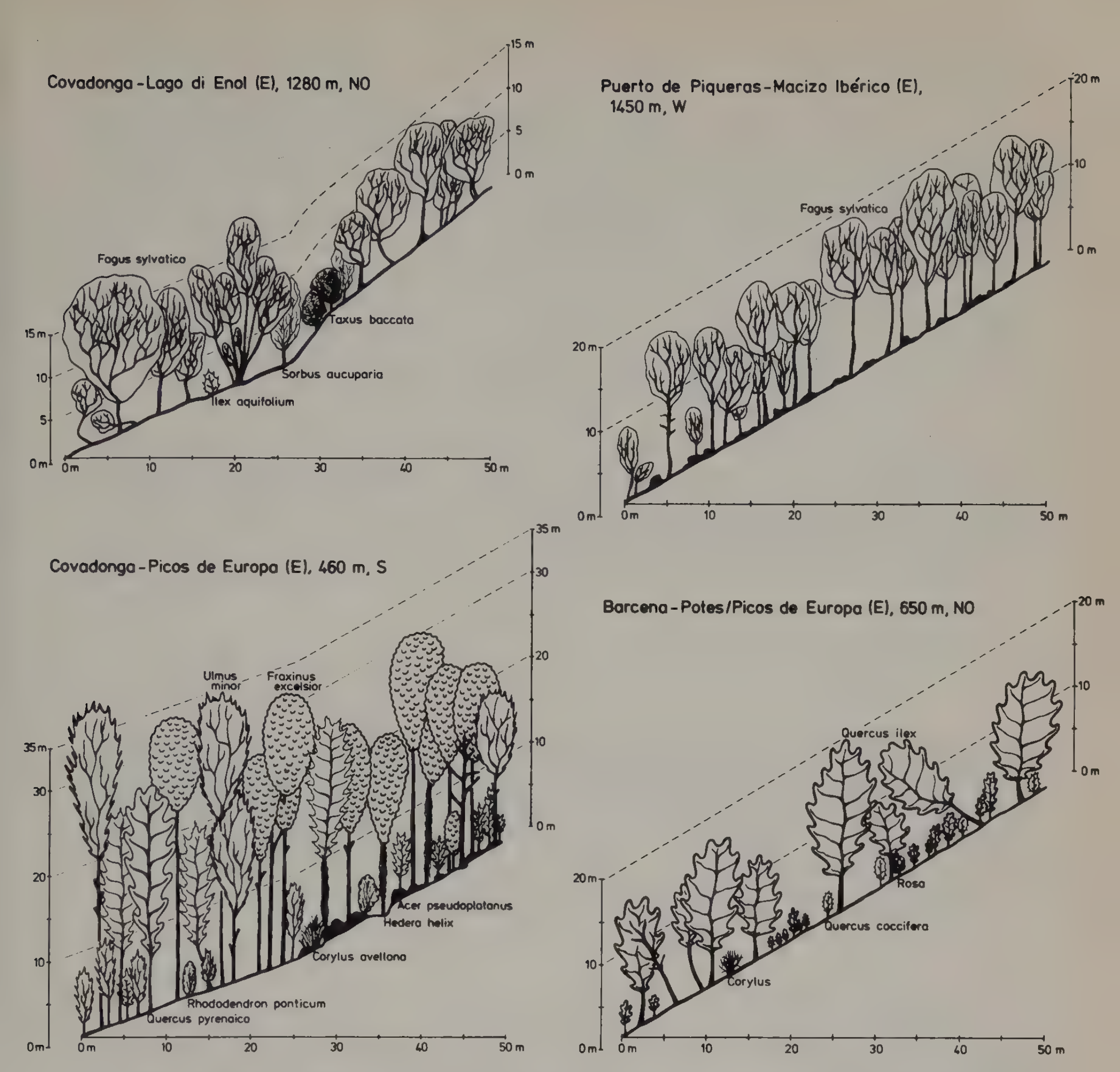


Abb. 131: Kantabrische Wälder. Südwestatlantischer Quercus ilex-Wald (Barcena). Kantabrischer Farn-Eschenwald (Phyllitis) mit wuchsoptimaler Ulmus minor (Covadonga). Ilici-Fagetum mit Eibe (Enol). Bodensaurer Buchenwald (Blechno-Fagetum) an der Arealsüdgrenze (Macizo ibérico).

3. Pinus pinaster-Wald (Pino pinastris-Quercetum, Abb. 130)

In den Landes, Mündung der Gironde, kommt im größten Waldgebiet Frankreichs auf tertiären Dünensanden natürlich die Meerstrandskiefer vor (LEMOINE 1971). Großaufforstungen (1000000 ha) von angrenzenden Heiden auf Ortstein wurden ab 1880 durchgeführt. Die Gefährdung der harzreichen, stammzahlreichen Reinbestände (Harznutzung) durch Waldbrände ist extrem hoch. Wuchsleistung im Alter 60: 15–30 m, 4–13 fm dgz. Untergliederung:

nördliches Pino pinastris-Quercetum ilicis im heißtrockenen Teil der Atlantikküste (nördliche Gironde);

südliches Pino pinastris-Quercetum suberis (Abb. 130) in der südlichen Gironde mit heißem, sommerfeuchtem Klima; Querco suberis-Sarothamnetum im Dünengebiet (GÉHU-GÉHU 75).

V. Südatlantischer Buchenwald (Abb. 131)

Durch das stark aufgesplitterte Areal vom Westabfall der Cevennen bis Portugal ist der Überblick noch ungenügend. Der ibero-atlantische Buchenwald (Ilici-Fagion, BRAUN-BLANQUET 62; TÜXEN-OBERDORFER 58) ist schon relativ gut untersucht. Charakterarten nach RIVAS-MARTINEZ (75): Betula celtiberica, Galium rotundifolium ssp., Luzula nivea, L. sylvatica ssp. cantabrica, Saxifraga spathularis, Saxifraga umbrosa.

1. Rippenfarn-Buchenwald

(Blechno-Fagetum ibericum; Saxifrago spathularis-Fagetum, TÜXEN 58, BRAUN-BLANQUET 66, Pulmonario longifoliae-Fagetum)

Die bodensauren Moderhumuswälder des Kantabrischen Gebirges reichen bis zum Macizo ibérico (900–1500 m). Buche dominiert, in den Hochlagen geringwüchsig und stark schneebruchgeschädigt. Azidophile Kennarten reichlich: Luzula luzuloides, L. sylvatica, Diphyscium sessile, Poa chaixii, Calamagrostis arundinacea, Vaccinium myrtillus, Saxifraga geum ssp. hirsuta (LASCOMBES 44); Dicranella heteromalla.

2. Stechpalmen-Buchenwald

(Ilici-Fagetum, BAUDIÈRE 75)

Im tiefmontanen Pyrenäen-Vorfeld (Baskenland, BRAUN-BLANQUET 66) besitzt diese Einheit mehr subatlantischen Charakter; Buche 15–25/30 m. Dichte Strauchschicht von Ilex aquifolium. Ferner Avenella flexuosa, Luzula forsteri, Galium jordani, Conopodium majus et denudatum, Polypodium vulgare, Vaccinium myrtillus; vgl. Galio rotundifolii-Fagetum. Submontane Castanea sativa-Einheit mit Cytisus scoparius, Hieracium praecox, Campanula persicifolia, Saxifraga granulata. In den West-Cevennen (800–1100 m) auf windexponierten Plateau-Standorten mit Moderbraunerden. Lokal in Kantabrien auch Rusco-Fagetum (TÜXEN-OBERDORFER 58).

3. Schneehainsimsen-Buchenwald

(Luzulo niveae-Fagetum, BRAUN-BLANQUET et al. 52)

In den westlichen Cevennen (BAUDIÈRE 75) gedeihen auf Moderhangbraunerden tiefmontan (700–1000 m) wüchsige Buchenwälder (30 m, bis 80 cm ∅), etwas Traubeneiche; Azidophile: Avenella flexuosa, Lonicera periclymenum. Bezeichnend: Luzula nivea, Prenanthes purpurea, Phyteuma spicatum, Conopodium majus. Submontane Quercus petraea-Castanea sativa-Ausbildung (Acer monspessulanum; Ilex selten).

4. Krautreicher Perlgras-Buchenwald

(Melico uniflorae-Fagetum)

Kleinflächig verbreitet; CA.: Stellaria holostea, Ranunculus nemorosus, Helleborus viridis var. occidentalis, Hepatica nobilis, auch reichlich Avenella flexuosa, Galium rotundifolium; stark azidophile Arten fehlen. Der krautreiche Buchenwald am Puerto de Piedras Luengas mit Scilla liliohyacinthus und Crepis lampsanoides, Galium odoratum, Euphorbia amygdaloides geht in wasserzügigen Runsen in subalpine Hochstaudenfluren über (Aconitum napellus, Geranium sylvaticum, Anchusa sempervirens, Adenostyles pyrenaica, Cicerbita plumieri).

5. Kalk-Buchenwald

a) Mesophiler Berghyazinthen-Buchenwald
Abb. 130; Scillo lilio-hyacinthi Fagetum, Braun-Blanquet 66
Helleboro occidentalis-Fagetum, Bolos 49)

Auf steilen Schatthängen (100–1500 m) der Westpyrenäen und in Kantabrien treten wüchsige (20–30 m), großflächige Buchen-Klimaxwälder auf (bis 400jährige, starke «Schopfbuchen»); vereinzelt Esche, regelmäßig Acer platanoides (Acer opalus, Quercus pubescens) im Osten, Tanne sporadisch. **CA.:** Galium odoratum, Festuca altissima, Isopyrum thalictroides, Crepis lampsanoides, Phyteuma gallicum, Doronicum pardalianches. Besonders in Kantabrien Conopodium majus, Helleborus ssp. occidentalis, Lathraea clandestina, Meconopsis cambrica, Scrophularia alpestris; **DA.:** Adenostyles pyrenaica, Festuca scoparia, Genista scorpios, Valeriana pyrenaica.

b) Thermophiler Buchs-Buchenwald
(Buxo-Fagetum)

Submontane Kalkstandorte im Vorfeld der Westpyrenäen mit geringwüchsigen Buchenwäldern: Buxus sempervirens, Daphne laureola, Mercurialis perennis, Luzula nivea, Hedera. Bei Corbières noch: Tamus communis, Cephalanthera longifolia, Sorbus torminalis, Coronilla emerus, Conopodium majus.

c) Thermophiler Weißseggen-Buchenwald
(Carici albae-Fagetum, Royer-Rameau 75)

Im Burgund auf reifer Rendzina submontan (kühler und niederschlagsreicher als der kolline Scillo-Carpinetum-Standort) mit Fagus sylvatica, Sorbus aria, S. torminalis (Quercus petraea, Qu. pubescens). Reiche Strauchschicht: Corylus, Ligustrum, Viburnum lantana, Cornus sanguinea. **K.:** Carex alba, C. montana, Rubus saxatilis, Sesleria varia, Anthericum ramosum, Cephalanthera ensifolia, C. rubra, Cypripedium calceolus.

6. Iberischer Birkenwald
(Betuletum celtibericae)

Im Buchenwaldareal treten an extrem flachgründigen Standorten als Dauergesellschaft (auch vorübergehende Ersatzgesellschaft) Birkenwälder auf: Bodensaures Luzulo sylvaticae-Betuletum celtibericae (Rivas-Martinez 64) und Melico-Betuletum celtibericae auf basenreicheren Standorten.

VI. Laubmischwälder

1. Kantabrischer Farn-Eschenwald
(Corylo-Fraxinetum cantabricum, Allorge 41, Tüxen-Oberdorfer 58, Abb. 131)

Wie das irische Dryopterido-Fraxinetum (Klötzli 76) ist die nordwestspanische Ausbildung auf Kalk- und Silikat-Unterlage durch die eiszeitlich nicht verarmte Vegetation und den mediterranen Kontakt außergewöhnlich vielseitig. Der typische Eschenwald steht dem Buchenwald nahe. Die Tilia platyphyllos-Einheit baut auf steilen Hängen wüchsige (20–30 m), starke Edellaubbaummischwälder mit mächtigen Haselbüschen (bis 20 cm ∅) auf (Covadonga). Bei wasserzügigem Gehängeschutt tritt Ulmus minor stärker hervor. Ebene, nährstoffärmere Lagen (Asturien) nähern sich dem Blechno-Quercetum. Vasco-kantabrische Arten differenzieren: Pulmonaria longifolia,

Carex divulsa. **CA.:** Farn-Dominanz: Polystichum aculeatum ssp. setiferum, Dryopteris palacea, Phyllitis scolopendrium; Hypericum androsaemum, Primula vulgaris, Helleborus viridis var. occidentalis, ferner Tamus communis, Hedera helix (Ilex). Tieflagen-Ausbildung mit Quercus ilex (pubescens), Smilax aspera, Laurus nobilis. Hyperatlantische **Schwarzerlen-Ausbildung** in feuchten Schluchten Kantabriens (ALLORGE 41) mit Salix atrocinerea und zahlreichen seltenen Farnen: Woodwardia radicans (tropisch-atlantisch-mediterran), Gymnogramma tota, Osmunda regalis.

2. Bach-Schwarzerlen-Eschenwald (Carici remotae-Fraxinetum)

Im asturischen Hügelland fehlt Esche (Schwarzerle bis 30 m) teilweise in Bachtälchen im Kontakt zum Corylo-Fraxinetum. Bach-Schwarzerlenwälder ohne Esche (TÜXEN-OBERDORFER 58). Für beide Ausbildungen spezifisch. **CA.:** Carex remota, C. strigosa, Primula vulgaris, ferner Circaea lutetiana, Pellia epiphylla, Mnium undulatum, Ilex. In Galicien Ausbildungen mit Fraxinus parvifolia, Carex pendula, Hypericum androsaemum (BRAUN-BLANQUET 66).

3. Kantabrischer Schwarzerlenbruchwald

(Osmundo-Alnetum glutinosae cantabricum, TÜXEN-OBERDORFER 58)

Die nordwestspanische Gesellschaft ist eine regionale meso- bis eutrophe Ausbildung des Carici laevigata-Alnetum. **CA.:** Trichocolea tomentella, Sphagnum squarrosum, Dryopteris thelypteris, Carex laevigata, Salix atrocinerea (Vorwaldart). Oligotrophes Alnetum glutinosae (ALLORGE 41) mit Osmunda regalis, Blechnum spicant, Sibthorpia europaea, Scutellaria minor.

4. Weiden-Gesellschaften

Salicetum salviaefoliae. Im nordwestspanischen Fagion-Areal bildet sich an Stelle des Weißerlenwaldes an reißenden Bächen mit Silikat-Blockstandorten eine montane Mantelgesellschaft (5–8 m) zwischen Fluß und Auwald; auch NO-Portugal (TÜXEN-OBERDORFER 58). **CA.:** Salix atrocinerea, Galium cruciata, Saponaria officinalis.

5. Atlantischer Weidenbruch (TÜXEN-OBERDORFER 58)

In Kantabrien 8–10 m hohe Salix-Bestände mit Phyllitis scolopendrium, Hymenophyllum, Thuidium tamariscinum.

6. Kantabrische Gebüsche (TÜXEN-OBERDORFER 58)

Gebüsch- und Heckenformationen sind für die spanische Küste besonders typisch: Rubus ulmifolius, Tamus communis, Buxus sempervirens, Berberis vulgaris, Genista scorpius.

F. Nordwestatlantisches Kiefern-Birkenwaldgebiet
(Abb. 111, 132)

Boreo-atlantische Waldgesellschaften in Schottland, dominierende Hochland-Birkenwälder und Birken-Kiefernwälder, sind als eiszeitliche Relikte erst im westnorwegischen (nordostatlantischen) Gebiet typisch und flächig verbreitet.

1. Hochland-Birkenwälder Schottlands (Sorbo aucupariae-Betuletum pubescentis)

Eine schmale Birkenwaldzone von 30–50 (100) m Höhenerstreckung überlagert die tieferliegende Kiefernwaldgrenze: Loch Maree (600–700 m), Kinloch-Rannoch 270–300 m, Rothiemurchus Forest (240–270 m; Gimmingham 76), NO-Sobotheny über 300 m (Tansley 65). Der Klimax-

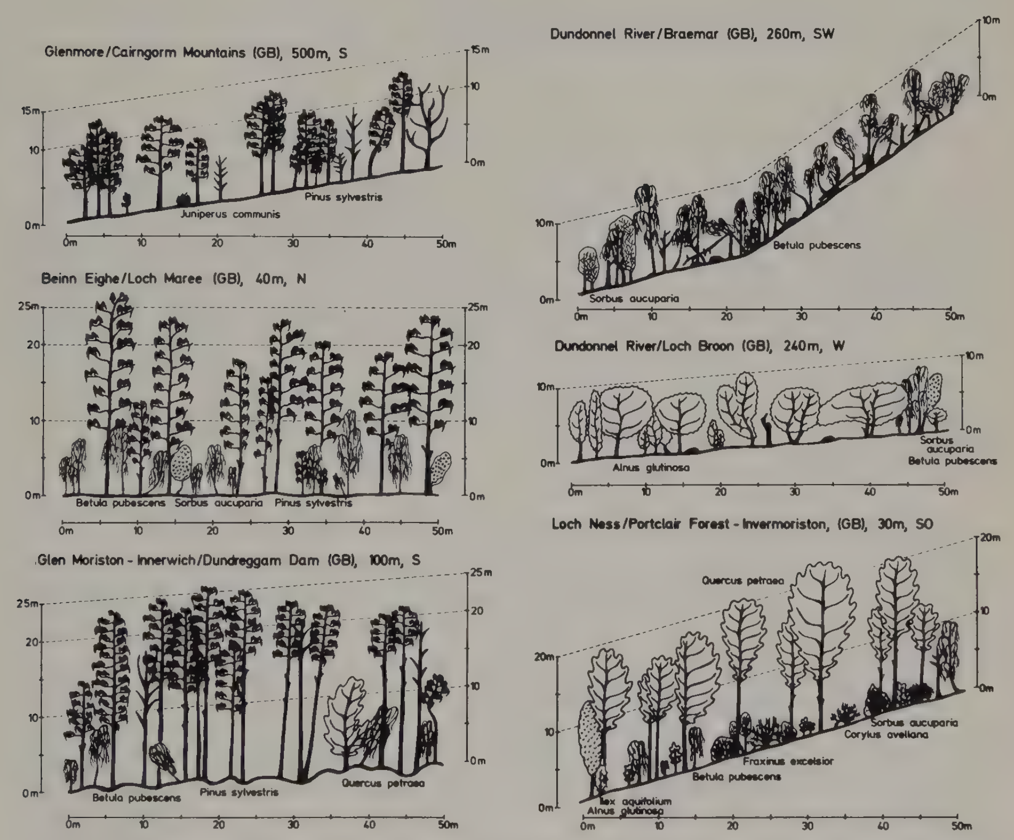


Abb. 132: Nordwestatlantische Wälder. Schottischer Birken-Kiefernwald an der oberen Verbreitungsgrenze (Glenmore) mit krüppeliger Ausformung; typische Ausbildung (Loch Maree) mittelwüchsig und mäßig geformt. An der südlichen Verbreitungsgrenze (Glen Moriston) mit besten Wuchsleistungen dringt schon Eiche ein. Der nordwestschottische Waldgrenzen-Blechnum-Birkenwald ist windbedingt und durch den Blockschutthang auch edaphisch bedingt geringwüchsig und krüppelig. Am Dundonnel River ist der Farn-Schwarzerlenwald nahe seiner Verbreitungsgrenze. Birkenreicher Rippenfarn-Birken-Eichenwald (Loch Ness) südlich der Kiefern-Arealgrenze mit schon mittlerer Wuchsleistung.

Birkenwald (Eberesche) ersetzt im westlichen West- und Nordschottland den dort fehlenden Kiefernwald. Im meernahen Nordost-Schottland treten oft krüppelige Kiefernwälder bis zur Küste auf. Dauergesellschaften halten sich im Kiefernwaldgebiet auf Blockgelände, Felsrippen, Wandabbrüchen, windexponierten Standorten, aber auch in feuchten, quelligen Talmulden. Moorbirke bildet nach Brand oder Schlag natürliche Pionierbestände. Sekundäre Birkenwälder sind im südlichen Großbritannien (bis 600–700 m) durch starke Birken-Invasion in subspontanen Kiefernwäldern häufig. Das gesamte Standortsspektrum: Hain – Heide – Moor wird von Birke besiedelt.

a) **Heide-Birkenwald** (Sorbo-Betuletum myrtilletosum)

An der oberen Waldgrenze werden die 5–10 (15) m hohen, lockeren bis räumdigen Moor-Birkenbestände (Glenmore Forest, Loch Marlich) auf Rohhumus-Podsolböden säbelwüchsig und krüppelig; nicht selten durch Exoascus tirgidus befallen. Neben Moorbirke, Eberesche, Aspe und randlicher Kiefereinsprengung kennzeichnet Juniperus communis. Typisch wie im Kiefernwald für die Krautschicht (McVean 1964): Vaccinium myrtillus, V. vitis-idaea, Calluna vulgaris, Erica tetralix, Trientalis europaea, Blechnum spicant, Listera cordata, **M:** Hylocomium splendens, Rhytidiadelphus loreus, Pleurozium schreberi, Plagiothecium undulatum. Empetrum nigrum-Hochlagen-Ausbildung mit krüppeligen Zwergbeständen (4–6 m).

b) **Hainbirkenwald** (Sorbo-Betuletum luzuletosum sylvaticae, Abb. 132)

Die wüchsigeren Moorbirkenwälder (10–15 m) in geschützten Tälern an bodenfeuchten Unterhängen (podsolige Braunerde bis Gleypodsole) sind nur wenig besser ausgeformt. Artenreiche Baum- und Strauchschicht: Moorbirke, Eberesche, Schwarzerle, Aspe, Salix caprea, Prunus padus, Hedera helix, Lonicera periclymenum. Mosaikartig auftretende Artengruppen; Gräser: Avenella flexuosa, Brachypodium sylvaticum; Kräuter: Ajuga pyramidalis, Conopodium majus, ferner Luzula pilosa, Endymion nutans, Stellaria holostea; Farne: Blechnum spicant, Asplenium adiantum-nigrum, Thelypteris montana, Polypodium vulgare (Blockhalden); Moose: Pleurozium schreberi, Plagiothecium undulatum. Lokal moosreicher Fels-Birken-Eichenwald (McVean 64). Kalk-Eschen-Birkenwald (Fraxino-Betuletum Tansley 39) und Laubmischwald sowie Schwarzerlenwald-Relikte (Abb. 132) neben Moorbirke.

c) **Bach-(Schwarzerlen-)Moorbirkenwald**

Entlang von Bächen und an feuchteren Stellen kennzeichnen (krüppelige Schwarzerle) Caltha palustris, Carex panicea, Chrysosplenium oppositifolium, Ranunculus repens, Climacium dendroides.

d) **Moorbirkenwald** (Gimmingham 76)

Im Kontakt zu Heidemooren und Hochlandsheiden ist durch nordische Relikte die Vegetation artenreich: Betula nana, Empetrum nigrum, Rubus chamaemorus, Cornus suecica, Pyrola-Arten, Arctostaphylos uva-ursi.

e) **Wacholder-Sandbirkenwald** (Sorbo-Betuletum juniperetosum)

In Süd-Kinrar (50 bis 650 m; Tansley 39) dominiert auf trockeneren Standorten Sandbirke (etwas Moorbirke) gemischt mit Eberesche, Schwarzerle, Aspe in einer grasreichen Ausbildung. **DA:** Lathyrus montanus, Succisa pratensis, Veronica chamaedrys.

2. Schottischer Birken-Kiefernwald (Betulo pubescentis-Pinetum sylvestris, Calluno-Pinetum, Abb. 132)

Pinetum sylvestris var. scotica an der westlichen Verbreitungsgrenze seit 6000 v. Chr. von Europa isoliert, war im Boreal auf den Britischen Inseln weit verbreitet. Das natürliche Areal ist heute auf das zentrale bis östliche schottische Hochland nördlich der Linie Edinbourgh-Dumbarton-Perth beschränkt. Durch Rodung, Kahlschlag und Schafweide existieren nur noch 35 größere oder kleinere Reliktkiefernwald-Reste; Spey- und Dee-Fluß, Abernethy (400 ha), Ballochbuie, Caingorm-Berge 300–600 m), Loch Maree (300–620m); siehe MALCOLM (76), MCVEAN (64). Im Westen zwischen 200/300–400 m, im Osten zwischen 300–500/600 m, dominiert Pinus sylvestris auf glazialen Ablagerungen und Kiesrücken. Gut entwickelte, durchlässigere, bodensaure Eisen-Podsole mit mächtigen Rohhumus-Auflagen sind typisch.

Aufbau: Der Vegetationsunterschied zwischen Podsol-Standorten und azonalen Felsblock-Kiefernwäldern ist nicht so deutlich wie in den Alpen. Kiefer dominiert (oft rein), begleitet von Betula pubescens, Populus tremula, Sorbus aucuparia, auch Alnus glutinosa. In der typischen Ausbildung erreicht die Kiefer 15–20 m Höhe bei 50–80 cm Ø; Starkkiefern 80–120 cm Ø und 150–180/200 (250) Jahre; dgz 5 fm/Jahr/ha. Da die Mischbaumarten nur 100 Jahre alt werden, ist die Kiefer konkurrenzbegünstigt. **CA:** (TANSLEY 1965): Corallorhiza trifida, Goodyera repens, Listera cordata, Linnaea borealis, Moneses uniflora, Pyrola media, P. minor, P. rotundifolia, P. secunda, Trientalis europaea (GIMMINGHAM 76). Calluna vulgaris, Vaccinium myrtillus et vitis-idaea typisieren nach MALCOLM (76) die Haupteinheiten. Begleiter: Luzula sylvatica, Plagiothecium undulatum, Ptilium crista-castrensis, Rhytidiadelphus loreus. Ferner: Erica cinerea und Calluna bei offener Baumschicht (Chamaepericlymenum suecicum, Vaccinium uliginosum, Lycopodium annotinum).

Ausbildungen: In der birkenreichen Empetrum nigrum-Hochlagen-Ausbildung stocken nur kurzschaftige, krüppelige Bestände (8–12 m). Beim Übergang zum Moorbirkenwald eine geringwüchsige Sphagnum-Variante (Rubus chamaemorus, Myrica gale). Farnreiche Ausbildung mit Blechnum spicant auf Muldenlagen beschränkt. Wüchsigere (21–27/30 m), moosreiche Vaccinium myrtillus-Ausbildung mit Erica tetralix an der unteren Verbreitungsgrenze. In trockeneren Tieflagen Kiefernheiden mit Calluna vulgaris, Juniperus communis, Arctostaphylos uva-ursi auf podsolierten Böden.

Gesellschaftsentwicklung: Initiale Boden- und Vegetationsentwicklung kennzeichnen Oxalis acetosella, Rubus fruticosus, Hylocomium splendens. In alten, sich auflösenden Beständen dominiert Calluna vulgaris (oft 60–80/100 cm hoch). Bei deckender Zwergstrauchschicht und reiferen Rohhumus-Podsolen kann sich die Pionierbaumart Kiefer als Rohbodenkeimer kaum verjüngen. Deshalb gibt es in den wenigen seit 1945 geschützten Waldresten keine oder nur ungenügende Verjüngung, die natürlich durch Feuer und Bodenverwundung (Windwürfe von Altbäumen) aktiviert wird. Ausnahmsweise reichliche Verjüngung (Loch Maree) auf gut gegliederten, felsigen Kleinstandorten.

Erhaltung der Kiefernwaldrelikte (MALCOLM 76)

Zur Sicherung des Genotypenspektrums ist systematische Saatgutgewinnung (evtl. Anlage von Samenplantagen) zweckmäßig. Die Naturverjüngung kann durch kleinflächige Rohbodenverwundung aktiviert werden. Heute ist die schon unterdurchschnittliche Verjüngung durch Rotwild (Schafweide) extrem gefährdet, so daß die Wilddichte reduziert werden muß. Für manche Kiefernrelikte kommt jede Hilfe zu spät, so daß nur eine künstliche Standortsmelioration das Areal sichern kann.

3. Waldgrenze des Birken- und Birken-Kiefernwaldes

Die windgepeitschten Hebriden sind waldlos. An der schottischen Westküste liegt die Waldgrenze bei 200 m (Cuilline), erreicht in Glen Shiel 500 m und steigt im Osten in den Caingorm-Bergen bis 800 m. Erst im Landesinneren nähern sich Waldgrenze und 10°-Isotherme, ein Indiz für die

Dominanz des Windfaktors an der Westküste, der zur 400–600 m-Reduktion der oberen Baumgrenze führt. Im nordöstlichen schottischen Hochland sinkt die Waldgrenze bis 300 m (B. Loyal, 58°30′ N). Diese Werte werden in Skandinavien erst 10 Breitengrade weiter nördlich erreicht. Im Waldgrenzenbereich farnreiches Wacholder- und montanes Weidengebüsch (Salix lanata, lapponum, myrsinites; Saussurea alpina; McVEAN 64)

4. Bachufer-Eichen-Birkenwald (Betulo-Quercetum mit Prunus padus)

Im nordost-schottischen Kiefern-Birkenwaldgebiet (GIMMINGHAM 76) geht in geschützten Tälern der Birken-Eichenwald auf basenreicheren kolluvialen Böden weiter nach Norden. **B.:** Quercus robur et petraea, Betula pendula et pubescens; **S.:** Prunus avium, Corylus avellana; **K.:** Mercurialis perennis, Anemone nemorosa, Primula vulgaris, Conopodium majus, Adoxa moschatellina. Von Kiefernwäldern dringen Pyrola media und Ptilium crista-castrensis ein. **M.:** Mnium undulatum, Eurhynchium striatum. Farnreiche (Dryopteris dilatata, D. filix-mas) und feuchtnasse Ausbildung (Chrysosplenium oppositifolium, Lysimachia nemorum).

G. Atlantische Zwergstrauchheiden

Besonders in Küstennähe gedeihen unter hyperatlantischem Klima ausgedehnte, physiognomisch uniforme, aber unterschiedlich zusammengesetzte Heiden.

1. Hyperatlantische, endemische Heiden in Westirland
(BRAUN-BLANQUET-TÜXEN 52, TANSLEY 39)

Erico cinereae – Caricetum binervis: Auf Silikat- und Kalkunterlage entwickeln sich einförmige Heiden mit den Charakterarten: Ulex gallii, U. europaeus, Daboecia cantabrica; ferner Calluna vulgaris, Erica tetralix.

Pleurozio purpureae – Ericetum tetralicis: Verbreitete Zwergstrauchheiden auf Hoch- und Deckmooren. Territoriale Charakterarten: Narthecium ossifragum, Drosera rotundifolia, Andromeda polifolia, Erica mackaii, Sphagnum div. spec.; ferner Myrica gale. Ausbildungen mit Andromeda polifolia (Bülten), Schoenus nigricans (Schlenken) und Empetrum nigrum.

2. Atlantische Zwergstrauchheiden und Hochmoore

Von der Heide zum Hochmoor treten mit zunehmender Vernässung folgende Typen auf:

- Erica cinerea – Calluna vulgaris – Avenella flexuosa – Vaccinium myrtillus (Genista anglica, Deschampsia setacea)
- Calluna vulgaris – Erica tetralix – Juncus squarrosus (E. ciliaris)
- Erica tetralix – Molinia coerulea – Nardus stricta – Calluna vulgaris – Narthecium ossifragum – Malaxis paludosa
- Erica tetralix – Trichophorum caespitosum – Eriophorum vaginatum – Myrica gale – Carex echinata – Drosera-Arten

3. Kantabrische Zwergstrauchheiden (TÜXEN-OBERDORFER 58):

Ericion umbellatae mit Erica aragonensis, E. cinerea, E. lusitanica, Erica australis, Erica arborea.

Ulicion nanae mit Erica aragonensis, Pterospartum cantabricum, Adenocarpus complicatus, Ulex europaeus, Erica mackaii, E. vagans Genista lusitanica, G. ancistrocarpa.

Hochlandsheiden mit Genista purgans, Juniperus nana-Heide (Picos de Europa).

4. Sekundäre Zwergstrauchheiden

Tieflandsheiden (Callunetum arenicolum) in Küstennähe natürlich, überwiegend auf degradierten Waldstandorten; Calluna vulgaris, Erica cinerea, Vaccinium myrtillus, Ulex europaeus, U. minor, Erica tetralix, Pteridium aquilinum.

Subatlantische Heiden (Sarothamnion scopariae) mit Waldrelikten: Hypericum pulchrum, Teucrium scorodonia, Pteridium aquilinum; Sarothamnus scoparius, Genista obtusiramea, Genista polygalaefolia, Erica aragonensis.

H. Waldbaulicher Überblick

1. Natürliche Bewaldung

In Westeuropa dominieren Stieleichen- und Traubeneichen-Mischwälder mit Birke, Aspe, ferner Edellaubmischwälder mit Esche, Schwarzerle, Bergulme auf nährstoffreichen Standorten, im Osten Eichen-Hainbuchenwälder und Buchenwälder. Natürliche Nadelbäume sind waldbaulich unbedeutetnd (Taxus baccata) oder kommen natürlich nur kleinflächig vor (Pinus sylvestris, Schottland; Abies alba, französisches Zentralmassiv). Leistungsfähige Nadelbäume (Picea, Pinus-Arten) fehlen von Natur aus.

2. Bewaldungsdichte (Tansley 39)

Westeuropa wäre ein weitgehend bestocktes Laubwaldgebiet; «Holland» = bewaldetes Land. Natürlich waldfreie Bergregionen sind nur in Irland und auf den Britischen Inseln bei tiefer Waldgrenze (250–600 m) ausgedehnter (10–22%). Hochlandsheiden und Grasland nehmen in Großbritannien 50–68% der Fläche ein (Ackerland 15–33%). Luxemburg und Frankreich sind durch das Hügelland relativ stark bewaldet (25–30%). Belgien mit 20% Bewaldung weist Extreme auf zwischen den Ardennen (47%) und dem Küstengebiet (2%). Irland, Großbritannien und die Niederlande sind mit 5–8% am geringsten bewaldet. Viele Hecken, Straßenalleen, Windschutzanlagen, Waldstreifen und Parkanlagen täuschen eine weit höhere Bewaldungsdichte vor.

3. Ursachen der geringen Bewaldung

Durch großflächige Rodungen, bis auf schwer zugängliche Stellen (Felsen, Ufer, Schluchten), wurden Wiesen- und Weideflächen (Schafweide) geschaffen, die durch das warm-feuchte Kima einen nahezu ganzjährigen Ertrag ergeben. Gegen Süden und Osten nehmen Getreideanbau und landwirtschaftliche Intensivkulturen zu. Großflächige Exploitationen für den Schiffsbau dezimierten im 16. bis 18. Jhdt. den Wald; z.B. Dartmoor, ebenso der große Holzkohlenbedarf. Gegenwärtig gehen erhebliche Waldflächen (1960–1970: 24000 ha in Belgien, Miegroet 1981) für Industrieanlagen, Wohnungsbau und Infrastruktur verloren.

4. Waldbauliche Entwicklung

Schon früh entwickelte sich ein Niederwaldbetrieb zur Erhaltung der buschigen Hecken und zur Erzeugung schwacher Sortimente (Zaun, Heizung, Gerbrinde). Im luftfeuchten Klima ist die Ausschlagsfähigkeit ausgezeichnet. Mit zunehmendem Bedarf an stärkeren Holzsortimenten für den Schiffsbau (England, Frankreich) weitete sich der Mittelwald stark aus. In der britischen Forstwirtschaft wurde bereits früh auch laubbaumreicher Hochwald durch Aufforstungen von

Eiche, Esche, Buche und Bergahorn begründet, später auch Pinus sylvestris gepflanzt und seit dem 18. Jhdt. vor allem Fichte und Lärche. Die Laub- und Nadelbäume gediehen gut, wie z.B. subspontane Buchenwälder bei Aberdeen (200 j., 25–30 m). Ende des 19. Jhdts. begann die Aufforstung mit ausländischen Nadelbaumarten, z.B. Pseudotsuga menziesii, Larix leptolepis, Pinus nigra, Picea sitchensis. Zweck dieser Aufforstungen war die Schaffung von «homewoods» für Windschutz und hofnahe Sicherung des Holzbedarfes. Aufforstung schlechter landwirtschaftlicher Standorte zur Steigerung der Holzproduktion.

5. Großflächen-Aufforstungen in Großbritannien

Seit dem ersten Weltkrieg setzte eine intensive Aufforstung vor allem auf den Britischen Inseln ein (Forestry Commission 1919), um eine strategische Holzreserve aufzubauen. Landschaft und Vegetationscharakter wurden entscheidend umgestaltet.

a) Aufforstungsziele

Steigerung der Holzproduktion und Erhöhung der standörtlichen Leistungsfähigkeit. Viele degradierte Eichen- und Laubmisch-Nieder- und Mittelwälder sind von so geringer Leistungsfähigkeit, daß diese Grenzertragswälder ohne Umwandlung in leistungsfähigere Bestände nicht mehr rentabel bewirtschaftet werden können.

Erhöhung der Eigenversorgung mit Holz: Nur Luxemburg ist durch ausreichende Produktion im wüchsigen Bergland unabhängig von Holzimporten, Frankreich zeitweise. Bei den übrigen Ländern beträgt der Holzeinschlag in Prozent des Holzverbrauches: Belgien 34%, Niederlande 33%, Irland 27%, Großbritannien 11% (1924 5%). Auch wenn die Holzproduktion in Großbritannien in den nächsten 20 Jahren verdoppelt wird, können dadurch nur 15% des Holzbedarfes gedeckt werden.

Aufforstung landwirtschaftlicher Grenzertragsböden. Durch landwirtschaftliche Intensivierung in produktionsgünstigen Tieflagen Entsiedelung abgelegener landwirtschaftlicher Gebiete, Umstellung in der Viehzucht bleiben marginale Böden in Heide- und Moorlandschaften sich selbst überlassen.

Sicherung der Umweltfunktionen. Verbesserung des Windschutzes und des Wasserhaushaltes in den durch Weide verdichteten Böden; Erosionsvorbeugung. In den ausgedehnten, nahezu waldlosen Gebieten wird durch die Aufforstung die Landschaft bereichert und das waldlose Land ökologisch abgepuffert.

Schaffung von Erholungswaldgebieten. Aufforstungsflächen in der Nähe industrieller Ballungsräume werden in Großbritannien als Sozialwälder gestaltet, wobei auch großflächige Nadelreinbestände als Erholungswald angenommen werden.

b) Durchführung der Aufforstung

Aufforstungsfläche

Da Aufforstungen durch Holzversorgung, Holzreserven für Krisenzeiten und überwirtschaftliche Wirkungen von öffentlicher Bedeutung sind, werden die Aufforstungen subventioniert. In Irland soll die bewaldete Fläche verdoppelt werden. Bis 1922 wurden lediglich 1300 ha aufgeforstet, bis 1980 dagegen 250000 ha; weitere 250000 ha Aufforstungen sind geplant. Vom potentiellen Waldland werden 166000 ha in Schottland als Schafweide oder als Jagdgebiet benützt. In Großbritannien wurden vom Staat in 35 Jahren 420000 ha Ödland aufgeforstet. Der Durchschnittszuwachs stieg 1900–1980 von 1,5 auf 4 fm. Bis zum Jahr 2000 soll die Gesamtproduktion von 2,2 auf 6 Mio fm angehoben werden. In den Niederlanden stammt fast die gesamte Waldfläche aus Aufforstungen (über 80% Nadelbäume).

Verwendete Baumarten: Bewährt haben sich Pseudotsuga menziesii, Picea sitchensis, Pinus contorta, Abies nobilis, Abies grandis, Thuja plicata, Pinus radiata, Pinus strobus, ferner Larix

leptolepis (Japan), Pinus sylvestris (Larix europaea), Picea abies. Trotz geringer Winterkälte gedeiht die Fichte gut; Aufforstungen in der Bretagne (VOGEL-DANIELS 68). Durch Laubbaum-Konkurrenz und Trockenheit des Rhein-Rhône-Grabens konnte Fichte potentielle Standorte in den Vogesen und weiter westlich nicht erreichen. Abgesetzt von der Küste ausgedehnte Pappelplantagen (Abb. 115).

Aufforstungstechnik. Bodenvorbereitung durch Pflügen und Untergrundbearbeitung der meist vernäßten und podsolierten Rohhumusböden führt zu besserem und gleichmäßigem Wachstum (2,1×2,1 m, 15–30 cm hohe Pflanzen), geringeren Unkrautbekämpfungskosten und reduziertem Feuerrisiko. Trotz luftfeuchtem und niederschlagsreichem Klima sind junge Nadelreinbestände durch Feuer stark gefährdet; Feuerschutzstreifen, organisiertes Warn- und Bekämpfungssystem. Nährstoffarme Standorte werden meist vom Flugzeug aus gedüngt; Zaunschutz gegen Schafe, Rotwild und Rehwild (Kaninchen) ist unerläßlich.

c) Aufforstungsergebnisse (Abb. 133)

Wuchsleistung ausländischer Nadelbäume. Ausgezeichneter Wuchs in englischen Parkanlagen (bessere Standortsbonität) haben die Aufforstung stimuliert. Schottische Beispiele: Douglasie 132 cm Ø, 58 m, Dunkeld/Hermitage Douglasie 170 cm Ø, 49 m, 34 fm; Murthly Estate Sitka-Fichte 160 cm Ø, 47 m, 34 fm; Garden Hill Abies concolor 95 cm Ø, 38 m, Abies lowiana 86 cm Ø, 41 m, Tsuga heterophylla 107 cm Ø, 42 m, Abies alba 130 cm Ø, 37 m, Abies grandis 110 cm Ø, 43 m.

Die Wuchsleistungen der Aufforstungen hängen entscheidend vom Standort (optimal im Fraxinetum), von der Baumart und der Höhenlage ab. In Ostschottland (MALCOLM-STUDHOLME 72) beträgt der Zuwachs (dgz) in 400 m Höhe bei Picea sitchensis 15 fm (Larix decidua 8 fm), in 600 m Höhe für beide Baumarten 2 fm. Da der ökonomische Grenzertrag für Aufforstungen bei 7 fm/ha liegt, ergibt sich eine ökonomisch obere Aufforstungsgrenze für Sitkafichte bei 500 m, bei Lärche knapp über 400 m. In wüchsigen Tieflagen werden im Durchschnitt 5–10/15 (20) fm Zuwachsleistung in der ersten Nadelreinbestandsgeneration erzielt bei einem Produktionszeitraum von 50–70 Jahren.

Landschaftsveränderung durch die Nadelbaum-Plantagen. Großflächige Monokulturen haben in bisher kaum bewaldeten Berglagen entscheidend die Landschaft verändert. Im ursprünglich reinen Laubmischwald-Gebiet ist der Nadelbaumanteil durch die Anlage von Monokulturen in Irland auf 81% gestiegen, Großbritannien 65%, Niederlande 77%, Belgien 47%, Frankreich 35%. Bei geringerem Bewaldungsprozent war der Baumartenwechsel ausgeprägter.

Labilität der gleichaltrigen Nadelreinbestände. Auch in Westeuropa zeigen ältere Monokulturen eine zunehmende ökologische und bestandesstrukturelle Labilität. Im Vergleich zu Mitteleuropa werden wesentlich größere Anteile an der Gesamtwaldfläche erfaßt. Da die Hälfte der Reinbestände höchstens 25 Jahre ist, wird in den nächsten Jahrzehnten die Instabilität progressiv zunehmen; IUFRO-Symposium Edinburgh «Die Ökologie der gleichaltrigen Monokulturen» (FORD-MALCOLM-ATTERSON 79).

Baumartenwahl: Die meisten nordamerikanischen Baumarten haben sich im atlantischen Aufforstungsgebiet besser bewährt als im subkontinentalen Mitteleuropa: Ausgeprägte Raschwüchsigkeit, geringere Gefährdung durch pathologische und entomologische Schädlinge (Rotfäule ausgenommen) infolge größerer Vitalität und Fehlen klimatischer Streßwirkungen (Frost- oder Trockenperioden). Das besonders gute Wachstum in durch Mischung ökologisch stabileren Parkwäldern unterstreicht dies. Zum besseren Effekt der Aufforstungen tragen die Auswahl genetisch leistungsfähiger Herkünfte, die Berücksichtigung des Windstandortes als entscheidenden Wachstumsfaktor, die zeitgerechte Kombination von Mineraldüngung und Steuerung der natürlichen Nährelementfreisetzung durch Streuzersetzung bei (MATTHEWS-LAST-SEAL 79).

Die gleichaltrigen **Monokulturen** besitzen zwar eine zweifelhafte ökologische Stabilität, aber trotzdem eine beachtliche Zähigkeit (MALCOLM 79). Der Aufforstungsplan sollte bei der Mischung die Standortsheterogenität berücksichtigen. Größere Baumarten-Mannigfaltigkeit verstärkt das Pufferungsvermögen gegenüber Veränderungen in der Umwelt und erhöht die ökologi-

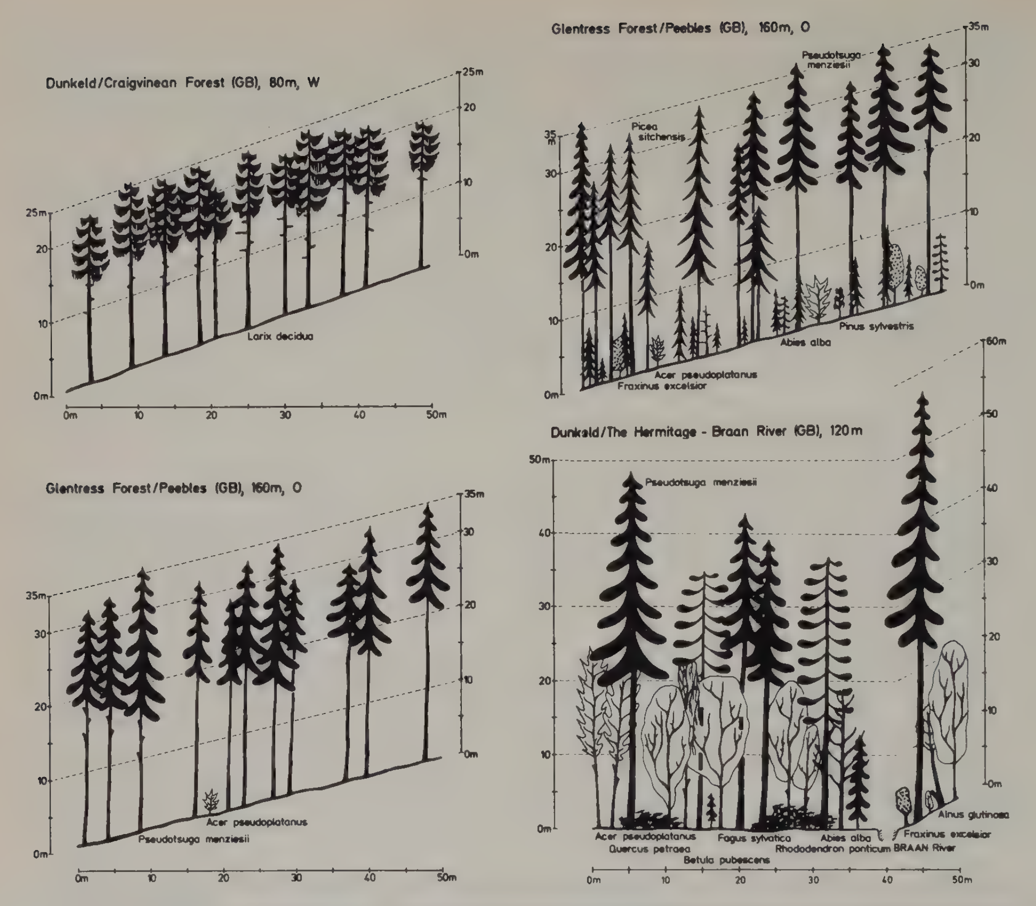


Abb. 133: Nadelbaum-Aufforstungen auf südschottischen Eichenwaldstandorten. Mittelwüchsiger Reinbestand (Dunkeld) von schottischer Lärche auf windexponiertem Mittelhang. Der farnreiche Douglasien-Reinbestand in windgeschützter Lage (Glentress) ist wesentlich wüchsiger. Bei muldiger Lage und Mischung (Picea sitchensis) sowie gemischtem Nebenbestand ist die Stabilität des Aufforstungsbestandes wesentlich größer (oben rechts). Luftfeuchtes Tal, Windschutz und Unterhanglage begünstigen den Wuchs von Abies alba und Pseudotsuga menziesii in Dunkeld (Hermitage), wo der höchste Baum der Britischen Insel mit 58 m Höhe steht.

sche Stabilität. Für die nachhaltige Leistungsfähigkeit sind in Zukunft ein vermehrter Anbau von Laubbäumen und die Umwandlung der Nadelmonokulturen in krisensichere Nadellaub-Mischbestände erforderlich, um den Leistungsabfall in den nächsten Generationen zu verhindern. Den Wuchsrückgang (Pinus radiata) bei der zweiten Generation von Aufforstungen verursachen nicht nur standörtliche Faktoren (Boden und unsachgemäße Düngung), sondern auch das ökologisch sich verschlechternde Reinbestands-Milieu.

Standortsfaktoren. Eine eingehende Standortserkundung ist unerläßlich, um vor allem die Auswirkung der hygromorphen Böden, Gleye und Deckenmoor-Böden auf die Aufforstung abschätzen zu können (Pyatt-Craven 79). Bei Aufforstungen wachsen Pflanzen mit gutentwickelten Mykorrhizen überdurchschnittlich (Kormanik 78). Ein gesteuerter Humusumsatz durch Düngung und starke Durchforstung steigert die Primärproduktion (Heal 79). Durch Großflächenaufforstung wird die Wasserqualität ungünstig beeinflußt, speziell durch Bodenmelioration (Pflügen), Herbizid-Unkrautbekämpfung oder Flugzeugdüngung.

Forstschutzprobleme und Betriebsrisiko. Pilzinfektionen sind beim entwicklungsgünstigen Klima besonders in Jungbeständen gefährlich. Wurzelinfektionen des Stammholzes haben im

höheren Alter eine erhebliche ökonomische Bedeutung. Stöcke von gefällten Bäumen werden mit Harnstoffen behandelt, um eine Ausbreitung auch über zusammengewachsene Wurzeln zu verhindern. Diese Symptombehandlung kann aber nur kurzfristig die Infektionsgefahr bannen. Prophylaktisch wirken nur ausreichend mit Laubbäumen angereicherte Mischbestände.

Wildschäden: Durch Aufforstungen wird die Äsungsbasis entscheidend eingeengt. Bestandesreduktion und Zäunung müssen die Schäden auf ein vertretbares Minimum reduzieren, verbunden mit Maßnahmen zur Verbesserung der Äsungsbasis nach Wildreduktion. In den Aufforstungsrandgebieten Schottlands liegt die jagdliche Rotwilddichte bei 16 Stk./100 ha. Zur Verminderung der Wildschäden ist eine erhebliche Rotwildreduktion unerläßlich. Auch das im 12. Jahrhundert durch die Normannen aus Südwesteuropa eingeführte Kaninchen schadet in Sandgebieten durch konzentrierten Verbiß.

Windwurf-Risiko: Mit zunehmendem Alter nimmt das Risiko durch Wind und Feuer immer mehr zu. In dem windreichen Küstenklima ist bei stark gedrückter Waldgrenze das standörtlich differenzierte Windwurfrisiko für Aufforstung und Bestandespflege entscheidend. Windwurf-Risiko-Klassifikation nach Booth (74, Abb. 106).

Gefährdungsgrad	gering	mittel	hoch
Lage in der Windzone	7 – 6	5 – 4	3 – 2
Höhenlage	198 – 280 m	280 – 430 m	430 m und höher
Ausgesetzte Lage	geschützt	mäßig ausgesetzt	stark ausgesetzt
Bodentyp	Braunerde	Pseudogley	Gley
Kritische Oberhöhe	22 – 25 m	16 – 19 m	10 – 13 m

Undurchforstete ältere Bestände widerstehen dem Windwurf besser als durchforstete unmittelbar nach dem Eingriff, so daß ein starker Eingriff bei hoher Gefährdung oft risikoreicher ist. Vorbeugend wirken weitere Pflanzverbände (2×2 m) zur ungehinderten Wurzelentwicklung und Stammzahlreduzierung in Jungbeständen, bevor die kritische Oberhöhe erreicht wird.

Waldbauliche Beurteilung. Gleichaltrige Nadelbaum-Monokulturen sind in entwaldeten Gebieten zunächst positiv zu bewerten. Die jährliche Abflußrate und die Hochwassergefährdung sind im bewaldeten Einzugsgebiet geringer als im unbewaldeten (Nutter 79). Ohne Vorwälder mit Pionierbaumarten ist in entwaldeten Gebieten kein Waldaufbau möglich. Monokulturen sind nunmehr ökologisch und bestandesstrukturell zu stabilisieren durch erforderliche Anpassung an die Ökosysteme und Umwandlung in stabilere Mischbestände (Mlinšek 79).

6. Umwandlung von Nieder- und Mittelwald in Hochwald

Forstgeschichtlich ist in Westeuropa der hohe Anteil von Nieder- und Mittelwald begründet. In Frankreich ist ein Drittel der Fläche Nieder- und Mittelwald, weitere ⅓ der Fläche werden nicht regelmäßig bewirtschaftet; Belgien 34% Mittel- und Niederwald, Luxemburg 18% Niederwald, Irland 9% Niederwald. Die Umwandlung ertragsschwacher Niederwaldbestände und geringwüchsiger Laubwald-Hochwaldbestände in leistungsfähigere Nadel-Laub-Mischbestände schreitet rasch voran (Pseudotsuga menziesii).

7. Waldbauliche Intensivierung in Hochwaldgebieten

Bei wüchsigeren Laubwäldern kann durch selektive Pflege die Wertleistung noch erheblich gesteigert werden. Die Erhaltung des Laubwaldes als ökologisches Stabilisierungselement wird immer wichtiger. Auf besseren Standorten wachsen qualitativ ausgezeichnete Buchen- und Eichenbestände (30–40/50 m) mit Furnierholzqualität. Den zwei Epidemien (1927, 1966) des Ulmensterbens fiel ein wesentlicher Teil des Gesamtbestandes zum Opfer. Viele markante südenglische Windschutzstreifen wurden dezimiert.

I. Westeuropäische Nationalparks und Naturwaldgebiete
(Abb. 134)

1. England – Wales – Schottland

Die britischen Nationalparke umfassen ausgedehnte, auch bewohnte Heide- und Moorstandorte, die nur ausnahmsweise größere Waldgebiete (Lake District) einschließen und vor allem als Wander- und Erholungsgebiete dienen. Sie sind überwiegend wegen ihrer landschaftlichen Schönheit geschützt, um weiterer industrieller Beeinträchtigung vorzubeugen. Private Wälder sind durch intensive Zäunung (Schafzucht) nicht frei zugänglich.

Dartmoor (**945 km^2**): Größte Fläche von Hochlands-Heiden in Südengland (Devon). Massige Granit-Felstürme, Heide, Moore und reiches Pflanzenleben; halbwilde Dartmoor-Ponies; Steinzeit-Hünengräber (Abb. 113).

Exmoor (**686 km^2**): Somerset und teilweise Devon. Eindrucksvolle Küstenlinien; ehemaliger königlicher Wald, meist Hochlandsheiden, bewaldete Talschluchten, Heckenlandschaft; Rotwild, Schafe.

Brecon Beacons (**1344 km^2**): Bergkette bis 900 m, Sandstein-Heiden mit Farnkraut, Kalkstein-Klippen, bewaldete Schluchten (Schwarze Berge), weite Weideflächen, ausgedehntes Kalk-Höhlen-System.

Peak District (**1404 km^2**): Nördlicher «Dark Peak», ein «schreckliches» Sandstein-Gebiet über 600 m, jenseits des Hope Valley das «White Peak»-Kalkstein-Hochland «Penuine». Wege im Zentrum, vielseitige Sportmöglichkeiten.

Pembrokeshire Coast (**583 km^2**): Schmaler, sehenswerter Küstenstreifen, «rolling uplands», prähistorische Relikte, normannische Schlösser, starker Walliser und südenglischer Charakter.

Snowdonia (**2171 km^2**): Parc «Caneedlaethol Eryi» (Land der Adler), Bergketten mit 14 Gipfeln über 900 m, glazial geformte Landschaft mit kleinen Seen, Wasserfällen. Eichenwälder und Sand-Buchenwälder, prähistorische Monumente.

North York Moors (**1432 km^2**): Entlang einer steilen, hohen Kliff-Küste eine ausgedehnte Heidelandschaft, von Tälern unterbrochen, Fischerdörfer, Klosterruinen, prähistorische Monumente.

Yorkshire Dales (**1761 km^2**): Landschaft aus Bergen, Heideflächen und breiten Weideflächen in den zentralen Penninen. Kiesstein-Berge und Kalk-Ablagerungen, Weiden mit Trockensteinwällen, Wasserfälle, bronzezeitliche Reste, Römerwege.

Lake District (**2243 km^2**): Englands höchste Berge und größte Seen, ausgedehnter Laubwald, prähistorische Funde.

Northumberland (**1031 km^2**): Schottische Grenzlandregion abseits von Städten und Industrie; im Bereich des Hadrian-Walls verheidete Sandstein-Hügel mit bewaldeten und grasigen Hängen.

Naturwaldreservate (74): **Cairngorm-Berge** bis 1200 m, Kiefern-Birken-Wacholder-Bestände, Hochlandsheiden und Moore, arktisch-alpine Zwergstrauch- und Rasengesellschaften; Wildkatze, Schalenwild; Abb. 132. **Beinn Eige:** Auf kambrischen Quarziten reliktischer Kaledonien-Kiefernwald mit Eiche, Ilex, Birke und Torfmoos. **Tentsmuir Point:** Küstendünen, Bewaldungsstadien mit Schwarzerle, Birke und Weide. **Kingley Vale:** Großflächiger, bis 500jähriger überwiegend reiner Eibenwald, teils mit Esche gemischt, Eibe bis 170 cm ∅; Tansley-Stein; Abb. 118.

2. Irland

Killarney (ehemals Bourn Vincent memorial parc, 4250 ha), 0–750 m, Sandstein und Karbonkalk. Moosreiche, farnreiche Quercus petraea-Mischwälder mit Taxus baccata; Arbutus unedo, mediterran-lusitanische Vegetationselemente durch feucht-warmes Klima; Rotwild, Seengebiet; Abb. 127.

Glennveagh (Nordwest-Donegal, 3000 ha), eindrucksvolle Landschaften mit einsamen Seen, natürliche Eichen-Birkenwälder, Hochlagen-Heiden, ausgedehnte Sümpfe und Moore; Rotwildbestand; Abb. 127.

Connemara: Zerklüftete Landschaft mit kleinen Seen, Flach- und Hochmoore mit Heide-Vegetation von seltenen Arten.

Burren: Vegetationslose Kalksteinhügel mit artenreicher Spalten- und Terrassenvegetation, z.T. mit arktischen Arten (Dryas octopetala, Empetrum nigrum).

3. Island

Thingvellir-Nationalpark (4000 ha, 103–140 m), vulkanisches Gebiet mit Rhacomitrium lanuginosum-Zwergstrauch-Birkenbeständen.

4. Dänemark

Hansted, Hirsholmene und Vorsø; Vogelreservate; 22 weitere Reservate.

5. Niederlande (Abb. 115)

Veluwezoom, 4500 ha, ausgedehnte Heidelandschaft auf Flugsanden und Moränen, gemischte Kiefern-Eichen-Birkenbestände.

De Hoge Veluwe, 5700 ha, Flugsand- und Heide-Kiefernwälder mit ausgedehnten Calluna-Heiden, Dünen und Sandrasen, Großwildzäune, Reichsmuseum Kröller-Müller.

Kennermerduinen, 1240 ha, Küstendünenlandschaft bei Harlem.

6. Luxemburg

Deutsch-Luxemburgischer Naturpark (32000 ha), stark bewaldetes Landschaftsschutzgebiet.



Abb. 134: Nationalparks in Westeuropa.

7. Belgien

In Belgien wurde ein Netz staatlicher Naturschutzgebiete zur Erhaltung bemerkenswerter Ökosysteme aufgebaut (6980 ha); Moor- und Heidelandschaften der Ardennen, Hohes Venn, Tailles-Plateau, Saint Hubert-Plateau, Fange de Roumont; im Kalkgebiet an der Maas, Champelle, Buchsbaum-Flaumeichenwälder. In der Campine 8 Schutzgebiete mit Heide-, Sumpf- und Moorlandschaften.

8. Frankreich

Chambord (sandig-lehmige Sologne-Standorte mit Pyrenäen-Eichen-Birken-Kiefernbeständen).
Chizé (Traubeneichen-Bestände mit Buchen-Nebenbestand). Belval (Laubmischwald)
Brière (Küstengebiet an der Loire-Mündung, ausgedehntes Sumpfgebiet mit Wiesen, Moorwäldern und reicher Vogelwelt).

9. Spanien

Covadonga, 16925 ha, 140–2595 m. Quercus(pyrenaica, robur-)Talwälder, Eschen-Laubmischwald, montaner Buchenwald, ausgedehnte subalpine und alpine Stufe; Abb. 131.

10. Portugal

Gerêz: Nordportugal an der spanischen Grenze (1956 m). Eichenmischwälder (Quercus pyrenaica, Qu. robur, Pinus sylvestris; in den Hochlagen Nardus stricta); Abb. 129.

Nadelmischwaldregion der Alpen

A. Umweltbedingungen

1. Orographische Verhältnisse

Der 1200 km lange Alpenbogen erstreckt sich von den Ligurischen Alpen (Col d'Altare 495 m), bis zum Wienerwald mit einer größten Breite (250 km) zwischen Verona–Innsbruck; schmalste Stelle (130 km) im Raum Tessin–Bern. In den Südalpen wird bei Nizza Meeresniveau erreicht. Mit 4807 m ist der Mont Blanc die höchste Erhebung. In den Ostalpen gibt es keinen Berg über 4000 m, schon im mittleren Teil keinen über 3000 m. Bei Schneegrenzen zwischen 2600 m (Randalpen) und 3100 m (Zentralalpen) sind durch 950 Kar- und 250 Talgletscher 3600 km² (1,6%) vereist (LEHMANN 73); in der Eiszeit rund 70%.

2. Geologische Gliederung – Standortsfaktoren

Geologisch zerfällt das orographisch einheitliche Gebirge in Ost- und Westalpen; die geologisch recht scharfe Grenze: oberes Rheintal–Splügenpaß–Comer See. Die beiden Teilbögen unterscheiden sich durch Zusammensetzung und Anordnung der Gesteinszonen sowie Art des Deckenbaues (LEHMANN 73). In den schmäleren, höheren **Westalpen** sind die vorwiegend kalkigen Ablagerungen der mesozoischen Synklinale innig mit den kristallinen Gesteinen der hochgepreßten Unterlage verknetet und der geologische Querschnitt ist äußerst kompliziert. Bei den breiteren **Ostalpen** sind die Gesteinszonen eindeutig zonal angeordnet. Die kristalline Zentralzone wird von einer mehr oder minder breiten Kalkzone im Norden und Süden eingeschlossen.

Vegetationskundlich entscheidende Gesteinsgruppen: Innerhalb einer bestimmten Höhenstufe und in einem nach dem Klimacharakter einheitlichen Waldgebiet besteht eine deutliche Waldgliederung nach bestimmten Gesteinsgruppen (KUOCH 54, MAYER 63): z.B. nördliches Fichten-Tannen-Buchenwaldgebiet der Randalpen. Bodenbasische, sogenannte laubbaumfördernde Gesteine (Trias-Kalk, Dolomit), intermediäre Gesteine (Diluvium, Bündnerschiefer), bodensaure sogenannte nadelbaumfördernde Gesteine (Granit, Gneis).

Differenzierung nach entscheidenden Standortsfaktoren. Mit zunehmend extremem Standort (Basenversorgung, Wasserhaushalt, Bodentyp, Lokalklima) ist eine prinzipielle Abstufung des Gesellschaftscharakters in den Alpen häufig: Mittlere, durchschnittliche Standorte: Schlußwaldgesellschaft. Mäßig extremer Standort: Klimaxnahe Schlußwaldgesellschaft. Ausgesprochen extremer Standort: Dauergesellschaft.

3. Klima (Abb. 135, Tab. 3, 4)

Höhenklima: Mit zunehmender Höhe nimmt im Sommer (Winter) die mittlere Temperatur um 0,65–0,70°C (0,40–0,45°C) je 100 m ab. Gleichzeitig verringert sich die Temperaturschwankung, so daß in Hochlagen ein ausgeglichenes Klima herrscht. Außerdem steigen mit zunehmender Meereshöhe die Niederschläge erheblich an, so daß große klimatische Gegensätze zwischen den warm-trockenen-subkontinentalen Tallagen und feucht-kühl-subozeanischen Gipfellagen bestehen. Die höhenbedingte Vegetationszonierung ist deshalb in den Alpen am auffälligsten.

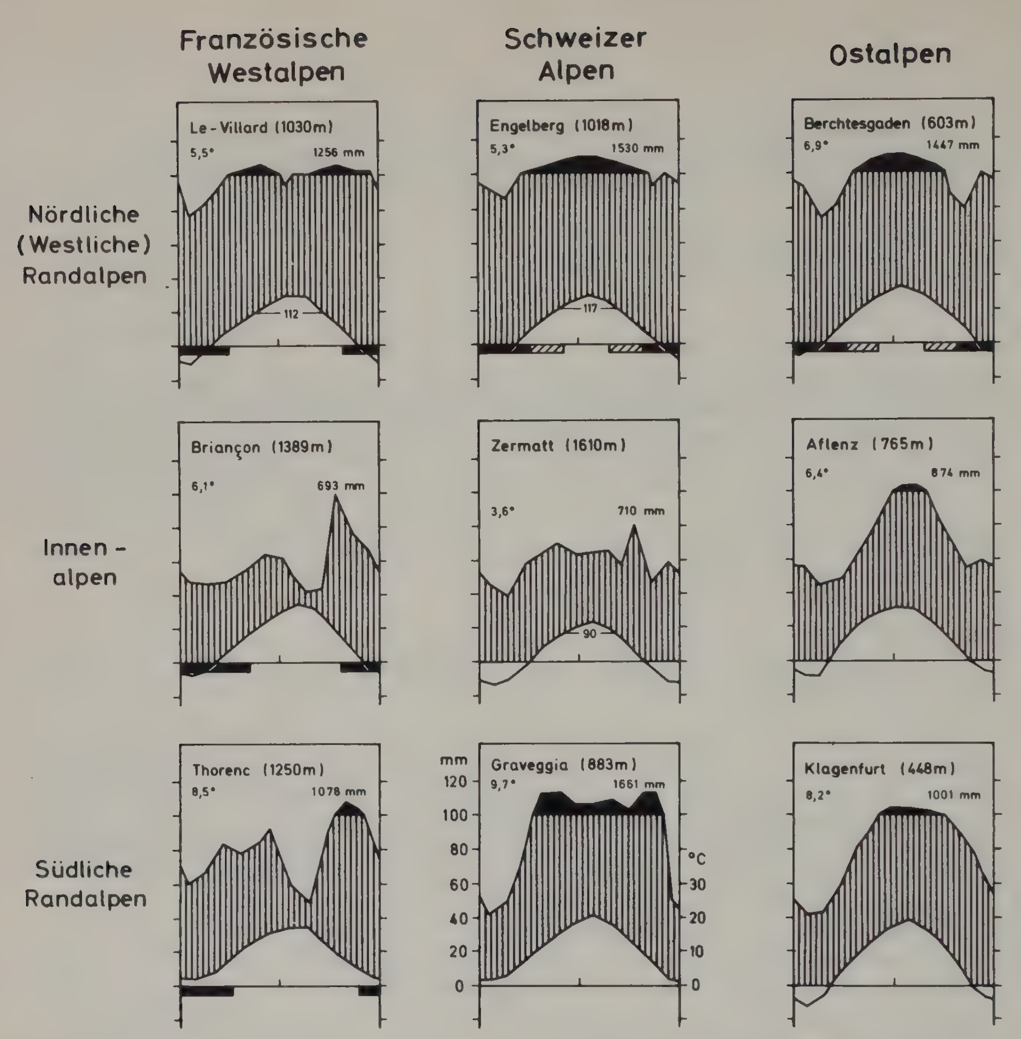


Abb. 135: Klimadiagramme von Stationen mittlerer Berglagen in den französischen Westalpen, Schweizer Alpen und Ostalpen, jeweils in den nördlichen Rand-, Innen- und südlichen Randalpen. Die sommerliche Niederschlagsdepression im Westen dokumentiert den mediterran-atlantischen Klimaeinfluß, das sommerliche Niederschlagsmaximum im Osten die subkontinentale Klimatönung. Innere Lagen sind trockener als randalpine Gebiete, wobei sich gegen Osten das Trockenklima deutlich abschwächt (MAYER 74).

Klimacharakter der Alpengebiete:

Die Alpen bilden durch ihre Stauwirkung vielfach eine Klima- und Wetterscheide. Bei West- und Südtiefdrucklagen erfolgt ein verstärktes Abregnen an den niedrigeren Randketten, so daß zwischen- und inneralpine Standorte bedeutend weniger Niederschlag empfangen (Abb. 136). In den Zentralalpen mit größter Massenerhebung und stärkster Abschirmung entstehen so niederschlagsarme Trockeninseln mit nur 400–650 mm Jahresniederschlag; z. B. Briançonnais, Vintschgau (BRAUN-BLANQUET 61). Stellenweise sind die südlichen Randalpen erheblich niederschlagsreicher als die Nordalpen (z.B. Julische Alpen bis 3000 mm, Insubrien-Tessin). In klimatisch begünstigten Föhntälern tritt im Frühjahr und Herbst unter südalpinem Steigungsregen in Nordalpentälern ein trockener, relativ warmer Fallwind auf, der die Vegetationsperiode verlängert; Inntal, Graubündener Rheintal.

Tab. 3: Temperaturen und Niederschlagsmengen in verschiedener Höhenlage an einem Querprofil durch die mittleren Schweizer Alpen (LANDOLT 77)

	Höhenlage	Nordalpen	Zentralalpen	Südalpen
Niederschläge in cm	500 m	100–170	50–70	140–200
	1000 m	160–180	50–80	200–240
	1500 m	180–220	50–120	200–260
	2000 m	200–280	80–180	200–280
	2500 m	200–300	160–250	200–300
Mitteltemperatur in °C – Jahr	500 m	8–9	8,5–10	9,5–10,5
	2000 m	0,5–2,5	0,5–2	1–2,5
Mitteltemperatur in °C – Sommer	500 m	16–17	17,5–19	17–18
	2000 m	7–8,5	9–10	8–9,5
Mitteltemperatur in °C – Winter	500 m	−1,5–0,5	−0,5–1	1–2,5
	2000 m	−4,5–6,5	−5,5–10	−4–6,5

Höhengleiche Stationen der Zentralalpen sind durch geringere Bewölkung um 1,5–2°C wärmer als in den Nordalpen und um 0,5–1,5°C wärmer als südalpin. Im Sommer sind vor allem inneralpine Hochlagen wärmebegünstigt, ebenso südalpine Täler. Wärmebegünstigung und kontinentaler Klimacharakter erklären die hohe Lage der zentralalpinen Waldgrenze (LANDOLT 77). Von den Randalpen zu den Innenalpen besteht ein stark unterschiedlicher Klimacharakter.

Klimagefälle in den mittleren Ostalpen (MAYER-HOFMANN 69)

Nördliche buchenreiche Randalpen: sehr feuchtes, Sommerregen-reiches Klima von mitteleuropäischem Typ, relativ subatlantisch.
Nördliche tannenreiche Zwischenalpen: noch feuchtes, Sommerregen-geprägtes Übergangsklima mit zunehmend lokalkontinentalen Komponenten; subatlantisch-subkontinental
Fichtenreiche Innenalpen: mäßig frisches bis trockenes, subkontinentales Klima mit abgeschwächt mitteleuropäischem Charakter.
Südliche tannenreiche Zwischenalpen: mäßig frisches, wärmebegünstigtes Übergangsklima; subkontinental-submediterran.
Südliche buchenreiche Randalpen: feuchtes, Herbstregen-reiches, submediterranes Randklima mit thermischer Begünstigung.

Tab. 4: Klima eines Gebirges (BAUMGARTNER 81).

Seehöhn (m)	0	500	1000	2000	3000	4000
Lufttemperatur (°C)						
Sommer	20	17	15	10	5	0
Winter	0	−2	−4	−8	−12	−16
Frosttage	80	105	140	185	295	350
Globalstrahlung (%)	100	105	110	120	125	130
Ultraviolettstrahlung (%)	100	105	115	130	150	160
Jahresniederschlag (mm)	–	850	1150	1850	2500	3000
Neuschnee (mm)	–	145	315	650	800	1200
Schneefall (Tage)	–	30	50	115	140	180
Max. Schneehöhe (cm)	–	45	85	200	300	400
Schneedeckendauer (Tage)	–	70	125	215	280	365



Alpen - Nordabfall

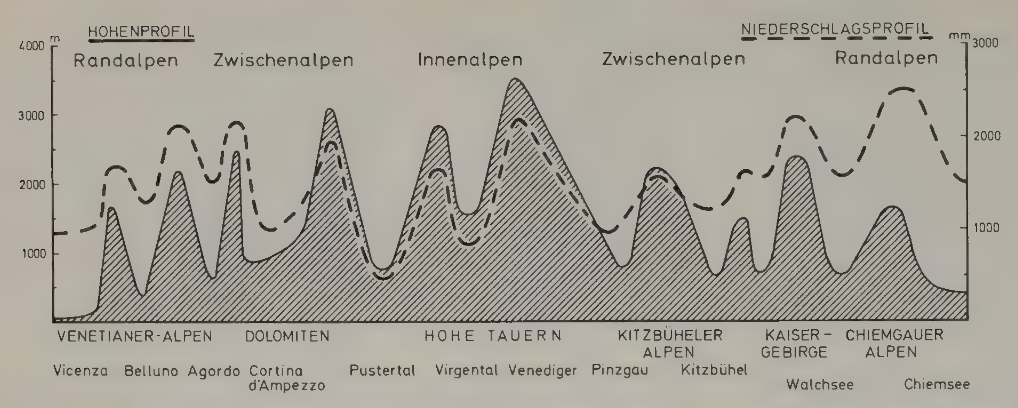


Abb. 136: Höhen- und Niederschlagsprofil durch die mittleren Ostalpen. Die Stauwirkung in den südlichen und noch ausgeprägter in den nördlichen Randalpen kommt gut zum Ausdruck. Demgegenüber sind höhengleiche Standorte in den Innenalpen relativ niederschlagsarm (Mayer-Hofmann 69).

Das Klimagefälle in den Alpen geht auf das eigenbürtige kontinentale Innenalpenklima der abgeschlossenen Beckenlagen zurück. Deutlich ist die klimatische Differenzierung in niederschlagsreiche, subatlantisch geprägte Randalpen und niederschlagsarme, subkontintal getönte Innenalpen. In den breiteren Ostalpen (Westalpen nur teilweise) noch ein intermediärer Zwischenalpenbereich. Dabei können die Übergänge fließend sein (niedriger Ostalpenrand) oder bei großer Massenerhebung stark ausgeprägt (Wallis, Vintschgau).

West-östliche Klimaabstufung (Abb. 135)

Mitteleuropa liegt im atlantisch-kontinentalen Übergangsbereich. Dabei sind die Ostalpen mehr subkontinental und die Westalpen stärker subatlantisch beeinflußt. In den nördlichen und mittleren Ostalpen, Schweizer Alpen und nördlichen Französischen Alpen bis zur Klimagrenze der Pässe (Col de la Croix-Haute – Col Bayard – Col du Lautaret; Ozenda 66) besteht eine subkontinental charakteristische, sommerliche Gipfelung der Jahresniederschläge, die sich vom pannonischen Alpenostrand gegen Westen immer mehr abschwächt. In der Schweiz und in den nördlichen Französischen Alpen verursacht der stärker subatlantische Einfluß eine ausgeglichenere Niederschlagsverteilung. Südlich der Col-Linie geht die sommerliche Niederschlagsdepression mit Kulmination des Niederschlages im Herbst (Frühjahr) auf mediterranen Klimaeinfluß zurück. Deshalb liegen die extremsten Trockeninseln in den Südalpen (z.B. Briançonnais, Aosta-Tal; Braun-Blanquet 61).

4. Höhenstufen

nival (2700/3000–4800 m) über der klimatischen Schneegrenze; in den niedrigeren Randalpen meist fehlend.

alpin (1800/2400–2700/3000 m) oberhalb der klimatischen Waldgrenze und der geschlossenen Zwergstrauch- und Gebüschgesellschaft.

subalpin (1200–2400 m) oberste nadelbaumreiche Waldzone mit Kampfzone des Waldes, randalpin Latschen-Gebüsche. Vor allem inneralpine Untergliederung in hochsubalpin (1600/1800–1800/2400 m; Lärche, Zirbe) und tiefsubalpin (1200/1400–1600/1800 m; Fichte, Kiefer.)

montan (600/800–1200/1400 m); mittlere Bergmischwaldstufe (Fichte, Tanne, Buche); Untergliederung in hochmontan, (mittel-)montan und tiefmontan.

submontan (300/500–600/800 m); untere Bergwaldstufe, überwiegend Laubwald (Buche, Eiche)
kollin (200/400–300/500 m); rand- bis voralpines unterstes Bergland bis Tiefland mit laubbaumreichen Mischwäldern (Eiche, Edellaubbäume)
planar (100–200/400 m); ebene Tieflagen am Alpenrand, meist eichenreiche Laubmischwälder.
submediterran (100–600 m, nach OZENDA 81: supra-mediterran); in den Südalpen treten kollin bis submontan submediterrane Arten auf (Quercus pubescens, Fraxinus ornus).
mediterran (0–200 m); meernahe Tieflagenstandorte am Südwestalpenrand (Quercus ilex).

Klimatisch bedingt hängen die Grenzen analoger Höhenstufen von Süden nach Norden und weniger ausgeprägt von Westen nach Osten ein. Die Höhenstufen werden durch die klimabedingten Schlußwaldgesellschaften charakterisiert. Zur Kennzeichnung der Höhenstufe sind die vegetationsprägende «Leitgesellschaft» mit ihrem Waldgesellschaftskomplex und die Lage in einem bestimmten Alpengebiet unerläßlich. Dem Höhenstufenklima mit seinen Waldzonen entspricht eine charakteristische Verteilung des Kulturlandes; nival–subnival: alpines Ödland; alpin–subalpin: Almen; montan: Wiesen, Weiden, submontan: Äcker, Wiesen, Siedlungen; kollin: Acker-, Obst- und Weinbau, Siedlungen.

5. Vegetationskundliche Gliederung (Abb. 137)

Die Trennung in Ost- und Westalpen wird auch pflanzengeographisch (MERXMÜLLER 52, GAMS 38) und waldgeschichtlich untermauert (vgl. OZENDA 66).

	Westalpen	Ostalpen
Trennarten	Pinus montana Cerastium latifolium,	Pinus mugo, Rhodothamnus chamaecistus
Schwerpunkt-arten	Rhododendron ferrugineum, Helleborus foetidus, Dentaria pentaphyllos, Buxus sempervirens, Acer opalus, Astrantia minor.	Rhododendron hirsutum, Helleborus niger, Salix waldsteiniana, Cardamine trifolia, Senecio abrotanifolius.

Ostalpen: Einfachere Gesellschaftskomplexe mit geringerer Bedeutung von reliktischen Dauergesellschaften, gleichförmig weite Verbreitung von Fichte und Lärche, die nahezu in den gesamten Ostalpen auftritt (Abb. 138). Fehlen einer ausgedehnten kiefernreichen Innenzone (von Südtirol abgesehen), kontinuierlicher Vegetationswechsel von den Rand- zu den Innenalpen; stärkerer, subkontinentaler Vegetationscharakter.

Westalpen: Vielfältigere Gesellschaftskomplexe mit rascherem Gesellschaftswechsel von den Rand- zu den Innenalpen, reichlicheres Auftreten von Reliktgesellschaften, artenreichere Gesellschaften (7 Pinus-Arten), höhere Lage analoger Gesellschaften, größere Auswirkung des extremeren Sommerklimas mit meist unterschiedlichen Gesellschaften auf Sonn- und Schattseiten, größere unmittelbare Bedeutung der Standortsfaktoren und Vegetationsgeschichte für das Auftreten von Pflanzengesellschaften (OZENDA 70), teilweise größere ökologische (genetische) Amplitude der Baumarten: Pinus sylvestris submediterran bis tiefsubalpin, subalpine Tanne, vegetationskundliche Parallelen zu den Pyrenäen. Stärkerer submediterraner (bis mediterraner) Einfluß; südlich der Col-Linie spezifische Relikte (Juniperus thurifera, Pinus pinaster ssp. mesogeensis).

Pflanzengeographischer Kontakt in den Randalpen (Abb. 180)

Mitteleuropäisch im Norden, subatlantisch bis subkontinental (Bodensee–Wienerwald). Die Alpen schließen an das mitteleuropäische Eichen-Buchenmischwaldgebiet an.

Pannonisch im Osten (Wienerwald–oststeierisches Hügelland). Im randlichen eichenreichen Laubmischwald ist besonders Quercus cerris charakteristisch.

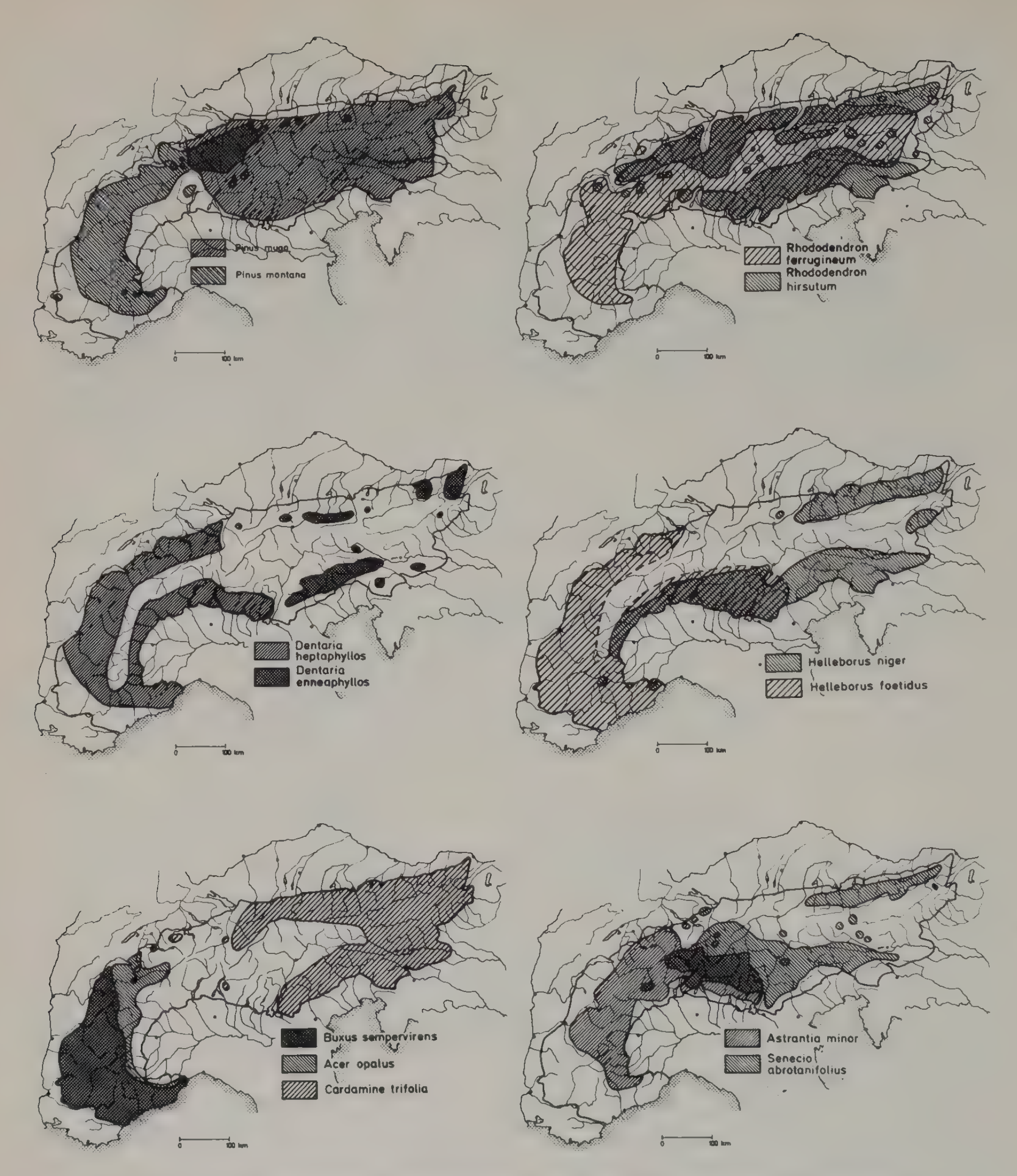


Abb. 137: Verbreitung west- und ostalpiner Arten; (nach MERXMÜLLER 54, OZENDA 66).

Illyrisch im Südosten (Oststeierisches Hügelland–Triestiner Karst). Von Südosten dringen z. B. Anemone trifolia oder Lamium orvala in die montanen Laubwälder ein.

Padanisch-Piemontesisch-submediterran im Süden (Triestiner Karst–Ligurische Alpen). Die Poebene mit Eichenmischwäldern besitzt noch abgeschwächten mitteleuropäischen Charakter, in tieferen Berglagen (Kalk) schon ein wechselnd starker submediterraner Einfluß.

Mediterran im Südwesten (Ligurische Alpen – Valence). Am Südrand der Alpen ist eine schmale, fragmentarische Höhenstufe (Olea europaea) entwickelt.

Subatlantisch im Norden/Westen (Grenoble/Valence – Bodensee). Den Kontakt zum westeuropäischen Laubwald belegen subatlantische Elemente (Buxus sempervirens, Carex strigosa) bei Fehlen subkontinentaler Arten am Alpenrand (Lärche, Zirbe).

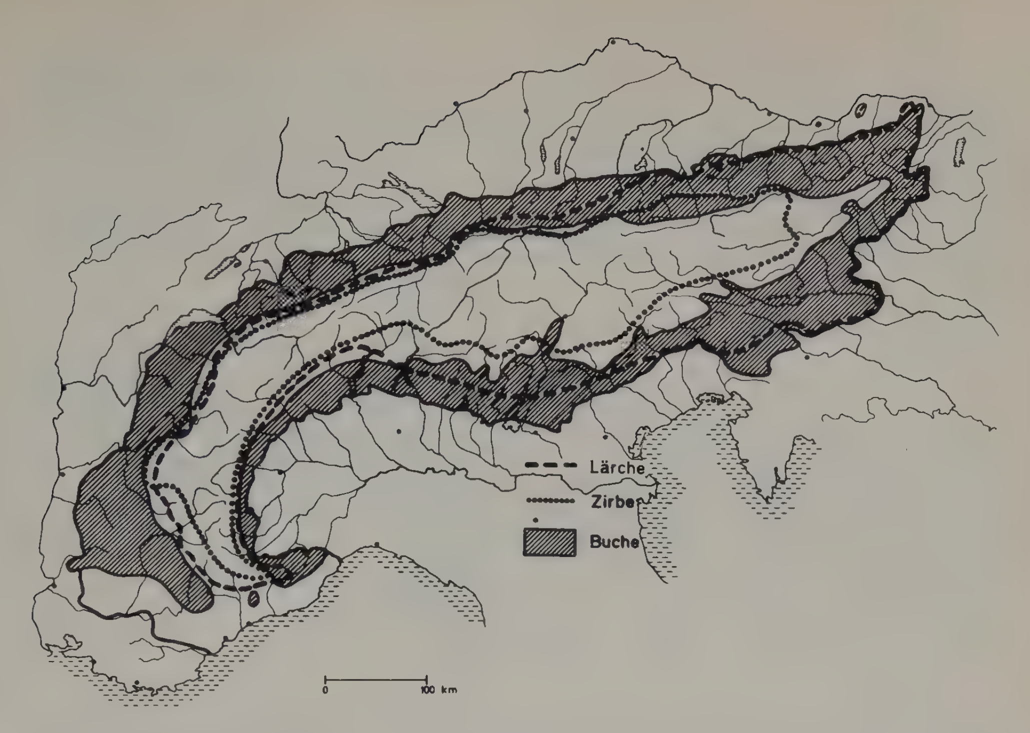


Abb. 138: Verbreitung von Zirbe, Lärche und Buche in den Alpen. Die in den Westalpen innen- bis zwischenalpine Lärche dringt ostalpin in den randlichen Buchengürtel vor und hat sich reliktisch an zwei voralpinen Standorten erhalten. Die Zirbe zeigt eine ähnliche, weniger ausgeprägte Tendenz. Durch den subborealen Fichtenwaldhöchststand wurde sie am Alpenostrand eliminiert.

6. Waldgeschichte der Alpen Kral 74, 79)

a) Glaziale Refugien

Die für die Alpen wesentlichen Gehölzrefugien lagen auf der Apenninen- und Balkanhalbinsel. In Mittelitalien wurden dürftige boreale Nadelwälder mit Picea, Abies, Betula, Alnus, Salix (Fagus) nachgewiesen, bei Ravenna in einer offenen Artemisia-Grassteppe lockere Kiefernhaine mit Picea, Larix, Betula und Salix. Am Alpenostrand und im südlichen Burgenland subalpine Nadelwaldinseln und in der Umgebung von Laibach offene Kiefernwälder mit Larix, Betula, Alnus. Lößanalysen dokumentieren bis in die Wachau eine Waldsteppen-Vegetation mit isolierten Hainen aus Pinus, Picea, Larix, Betula und Salix, aber ohne thermophile Baumarten.

b) Postglaziale Waldgeschichte

Spätglazial: In der ältesten Triaszeit begann die Bewaldung durch Pinus. Während des Bölling-Interstadials reichten Kiefern-Birkenwälder schon bis 1000 m. Der schwache Klimarückschlag der älteren Dryaszeit lockerte die Bewaldung auf. Durch die Klimabesserung im Alleröd-Interstadial stieg die Waldgrenze mit Pinus (sylvestris-mugo-cembra)-Beständen bis 1500 m an. In der jüngeren Dryaszeit sank wiederum die Waldgrenze um rund 200 m unter Ausbreitung von Grasheiden (Hippophaë, Juniperus sabina).

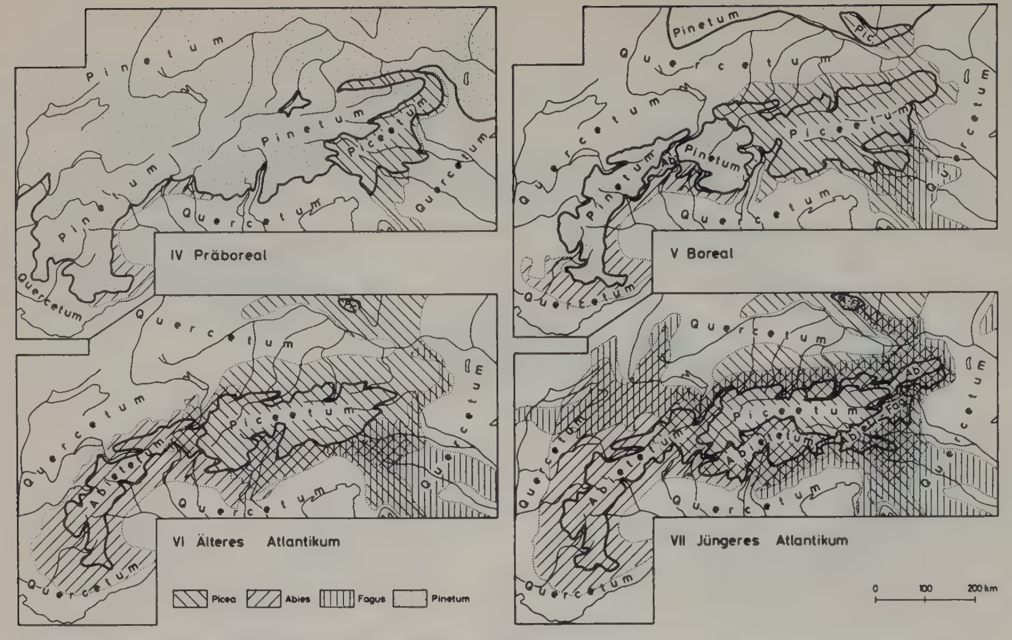


Abb. 139: Waldgliederung im Präboreal, Boreal, Älteren und Jüngeren Subatlantikum (KRAL 79).

(IV) **Präboreal** (8200–7000 v. Chr., Abb. 139)

Im bereits eisfreien Alpenraum dominiert Pinus, oberhalb bis ins frühe Postglazial ausgedehnte Grasheiden. Beim Pinetum der großen Täler und des tieferen Alpenrandes überwiegt Weißkiefer, in den höheren Lagen treten Bergkiefer und Zirbe auf; Betula örtlich reichlicher. Subalpin kommt zumindest südlich des Alpenhauptkammes auch Lärche vor. Fichte bildet zunächst nur eine schmale sub- bis tiefmontane Stufe am Südost-, Ost- und Nordostrand der Alpen. Am Südrand der Westalpen wandert vom Apennin her die Tanne ein. Von Südwesten bis Südosten schließt ein Quercetum unterhalb des Pinetum an. Im Südwesten breiten sich in dem schon während der Späteiszeit gebildeten kollinen Eichenmischwald (EWM)-Gürtel mediterrane Elemente (Quercus ilex, Pistacia, Ostrya) an lokalklimatisch begünstigten Standorten (oberitalienische Seen) aus. Sonst treten im nördlichen Alpenvorland vorerst nur EMW-Vorposten auf. Aufgelockerte Kiefernwälder bieten für die Unterwanderung durch EMW-Arten (und ebenso durch Fichte und Tanne) günstige Vorraussetzungen.

(V) **Boreal** (7000–5400 v. Chr.)

Bereits frühpostglazial dringt Picea in den Ostalpen tief in das spätglaziale Kiefernwaldgebiet vor. Montan und tiefsubalpin werden Kiefern- bzw. Zirbenwälder durch das Piceetum schon im Boreal abgelöst, westlich des Brenners erhält sich noch ein großflächiges Pinetum. Durch rasche Ausbreitung der Tanne bildet sich in den Westalpen zwischen dem inneralpinen Pinetum und dem Quercetum am südlichen Alpenrand ein montaner bis tiefsubalpiner Abietetum-Gürtel. Das Tieflagen-Quercetum dominiert bereits im gesamten Alpenvorland. Am Nordrand der Alpen kommt der EMW am weitesten gegen das Alpeninnere bzw. bis in die hochmontane Stufe hinauf vor. Bei den EMW-Arten dominiert montan die Ulme, kollin tritt die Linde schon früh auf. In den nordöstlichen Ostalpen schließt an das Piceetum eine eichenreiche Zone an (Piceo-Quercetum bzw. Querco-Piceetum). Im Südosten sind buchenreiche Querceten häufig.

(VI) Älteres Atlantikum (5400–4000 v. Chr.)

Ostalpin nimmt das Piceetum schon die gesamte Innen- und größere Teile der Zwischenzone ein. Nach Westen dringt die Fichte infolge Tannen-Konkurrenz nur relativ langsam vor; Pinetum nur noch lokal verbreitet (Engadin, innere Westalpen). Im westlichen Alpenbogen weitet sich das montane Abietetum-Areal stark aus. Den Übergang zum Quercetum der westalpinen Tieflagen bilden tannenreiche Mischwälder. Ostalpin ist der Gürtel mit EMW-Arten und differenzierter Beimischung von Fichte, Tanne und Buche stellenweise breit ausgebildet. Erstmals kommt es zum Kontakt zwischen Fichte, Tanne und Buche.

(VII) Jüngeres Atlantikum (4000–2400 v. Chr.)

In den südöstlichen Ostalpen entsteht durch Massenausbreitung der montanen Baumarten das Abieti-Fagetum. Ein zusammenhängender Abietetum-Gürtel fehlt noch, so daß das auf die östlichen Zwischen- und Randalpen beschränkte Abieti-Fagetum meist direkt an das Fichtenwaldgebiet anschließt. Das noch immer auf die Ostalpen beschränkte Piceetum wird durch das sich im Süden stark ausbreitende Abietetum eingeengt. Im Westen greifen tannenreiche Waldgesellschaften auf die Alpennordseite über. Tanne wandert rascher als Fichte, die auf Tannen- und Buchen-Konkurrenz stößt. Durch die stärkere Ausbreitung von Tanne und Buche wird die spätere Gürtelbildung der montanen Schlußwälder eingeleitet. Beim Übergang zum randalpinen Tieflagen-Quercetum ist Tanne, an vielen Stellen auch Buche und/oder Fichte beigemischt; nur die südlichen Westalpen sind noch buchen- und fichtenfrei.

(VIII) Subboreal (2400–600 v. Chr., Abb. 140)

Die rand-, zwischen- und inneralpine Gürtelbildung zeichnet sich nunmehr in den Arealen der montanen Leitgesellschaften deutlich ab. Tanne erreicht ihre größte Ausdehnung, entfaltet sich in der montanen Stufe maximal, ist hochmontan noch stark vertreten und im heutigen subalpinen

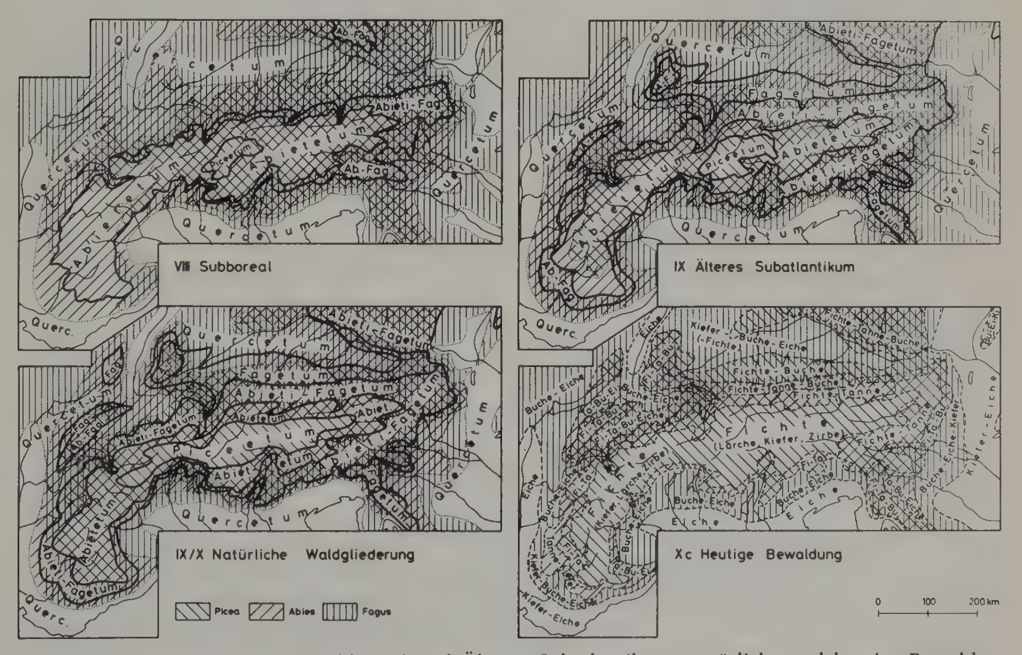


Abb. 140: Waldgliederung im Subboreal und Älteren Subatlantikum, natürliche und heutige Bewaldung (KRAL 79).

Fichtenwaldgebiet konkurrenzkräftig. Deshalb bleibt das großflächige Piceetum auf ausgesprochen zentrale und relativ hochgelegene Teile der westlichen Ostalpen beschränkt. Zentralalpin herrscht das Abietetum vor; einwanderungsgeschichtlich überwiegt im Westen eindeutig die Tanne, im Osten meist die Fichte. Gegen den Alpenrand zu folgt ein von Westen nach Osten breiter werdender Abieti-Fagetum-Gürtel, besonders ausgedehnt im Südosten und Osten, wo sich Buche gegenüber Fichte und Tanne stärker durchsetzt.

(IX) **Älteres Subatlantikum** (600 v. Chr. – 600/1200 n. Chr.)

Die natürliche Waldgliederung von heute entsteht durch den Tannenrückgang aus dem Zentralalpenraum, doch gehen nicht alle während des Subboreals erreichten Standorte verloren (Trockentannen-Relikte). Da sich die Fichte mit großer Verspätung auch in den Westalpen stärker ausbreitet, ist die Waldgliederung in den Ost- und Westalpen erstmals weitgehend ähnlich. Auf das inneralpine Piceetum, mit einem gegenüber dem Subboreal wieder ausgedehnten Areal, folgt eine schmale Abietetum-Zone, da die Buche relativ weit in die Zwischenalpen vordringt. Deshalb ist auch das Abieti-Fagetum in den Randalpen vielfach breiter als subboreal entwickelt. In den nördlichen Westalpen bildet das Abieti-Fagetum erstmals einen zusammenhängenden Gürtel. Tannen- und buchenreiche Gesellschaften vermitteln zum Quercetum der trockenen Tieflagen.

(IX/X) **Natürliche Waldgliederung** (600/1200 n. Chr.)

Unmittelbar vor dem stärkeren anthropogenen Einfluß kennzeichnen die Waldgliederung ein breites montanes und tiefsubalpines Piceetum der Innenalpen, das von den östlichen Ostalpen bis weit in die Westalpen reicht. Mit dem inneralpinen Rückgang der Tanne rückt der Abietetum-Gürtel nach außen. Gleichzeitig wird durch den Buchenrückgang in zentral bzw. höher gelegene Lagen auch das randalpine Abieti-Fagetum deutlich schmäler, dem sich im Norden und Südosten ein Fagetum vorlagert. Den Übergang zum Quercetum vermitteln eichenreiche Waldgesellschaften mit Tanne und Buche, zum Teil mit Buche allein.

(X) **Heutige Bewaldung**

Während des Jüngeren Subatlantikums (X) wird die klimatisch bedingte Entwicklungstendenz anthropogen zum Teil erheblich verstärkt. Nach der auf dem aktuellen Pollenniederschlag basierenden Waldgliederung überwiegen nadelbaumreiche Ersatzgesellschaften und die Fichte dominiert nicht nur in der Innenzone. Sogar in den buchenreichen Randalpen und im nördlichen Vorland steht die Fichte oft an erster Stelle.

c) Postglaziale Entwicklung der Höhenstufen (Abb. 141)

Bei den Höhen-Zeit-Diagrammen treten die Unterschiede zwischen Ost- und Westalpen bzw. zwischen Nord-, Innen- und Südalpen deutlich hervor, Einzelheiten siehe Kral (79), Zoller-Kleiber (71).

d) Regionale Unterschiede der Waldentwicklung

Im Vergleich zur mitteleuropäischen Grundfolge (Fibras 49/52) der submontan-kollinen Waldentwicklung ergeben sich zum montanen Nadelmischwald deutliche Unterschiede: frühe Vorherrschaft von Fichte und Tanne, borealer Haselgipfel nur am Nordwestrand, EMW-Zeit mit Picea-Quercus-Tilia-Dominanz. Keine ausgesprochene Buchenzeit. Nur der nordwestliche und nördliche Alpenrand entspricht noch der mitteleuropäischen Grundsukzession.

Regionale Waldentwicklungstypen (Kral 79): Ostalpine und Westalpine Zentralalpen, Illyrischer Typ, Oberitalienischer (submediterraner) T., mitteleuropäischer Vorland-Nordalpen-T. Helvetischer (subatlantischer) T., Provençalischer T. Die fünf montanen, waldgeschichtlichen Haupttypen haben pflanzengeographische Parallelen.

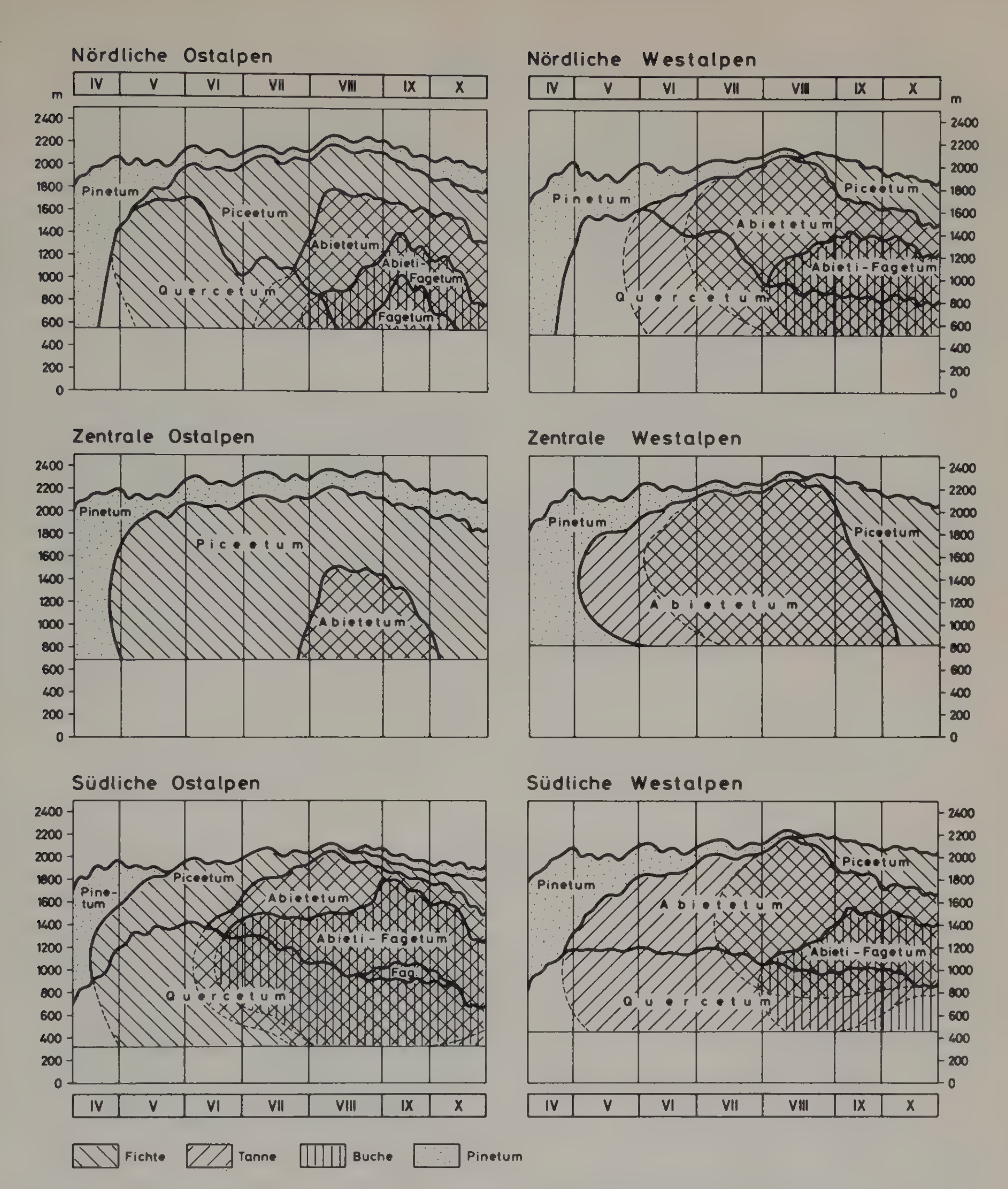


Abb. 141: Postglaziale Entwicklung der Höhenstufen in den nördlichen, zentralen und südlichen Ost- und Westalpen (KRAL 79).

e) Entstehung der ost- und westalpinen Schlußwaldgesellschaften (Abb. 142)

Einzelheiten der Arealentwicklung der montanen Schlußwaldbaumart und der Schlußwaldgesellschaften in Ost- und Westalpen (siehe KRAL 79).

Waldbaulich ist ein Einblick in die postglaziale Entstehung der Klimaxwälder notwendig, da heute ähnlich aufgebaute Waldgesellschaften vielfach unterschiedlich entstanden sind (MAYER 62, KRAL-MAYER-ZUKRIGL 75, vgl. MAYER-HOFMANN 69).

Fichtenwald: Ostalpin sehr frühes Auftreten, subboreal starke Unterwanderung durch Tanne. Westalpin spätere Ausbildung des Fichtenwaldes auch in Hochlagen durch langandauernde

Fichte

Vorwärmezeit (IV)
und Frühe Wärmezeit (V)
* Spätglazialnachweis

Mittlere Wärmezeit (VI, VII)

Späte Wärmezeit (VIII)
und Ältere Nachwärmezeit (IX)

Natürliche Verbreitung (IX/X)
und Wanderwege der Fichte

Tanne

Vorwärmezeit (IV)
und Frühe Wärmezeit (V)

Mittlere Wärmezeit (VI, VII)

Späte Wärmezeit (VIII)
und Ältere Nachwärmezeit (IX)

Natürliche Verbreitung (IX/X)
und Wanderwege der Tanne

0 100 200 km

Buche

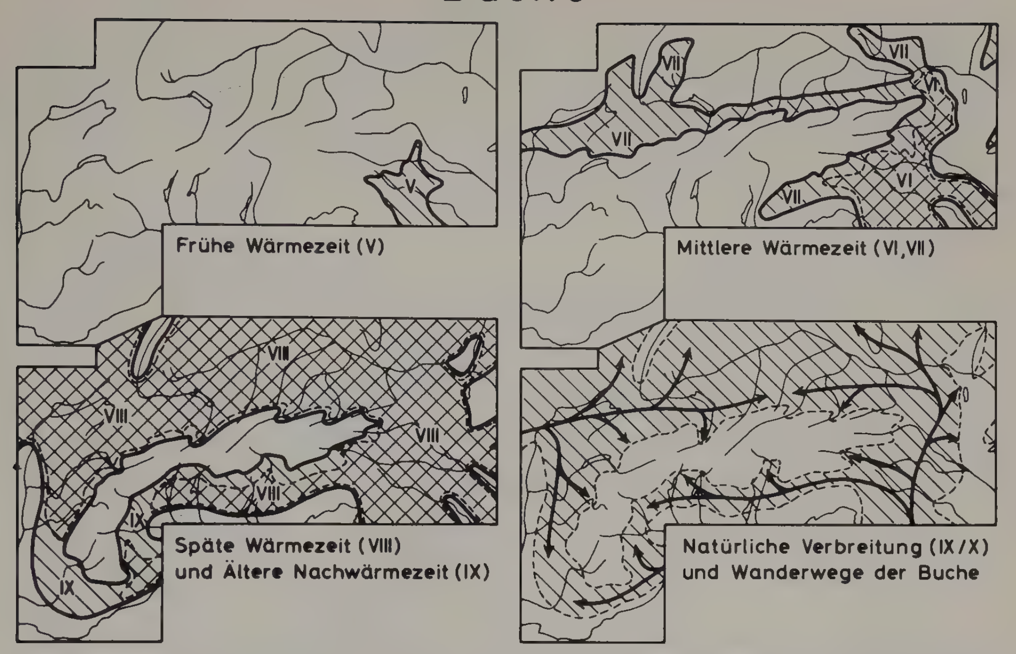


Abb. 142: Postglaziale Arealentwicklung und Wanderwege von Fichte, Tanne und Buche in den Alpen. Fichte und mit Schwerpunkt Buche sind aus Südosten eingewandert, Tanne dagegen nur vom Südwesten (Apennin), obwohl das dinarische Areal sehr nahe lag. Deshalb sind die montanen Bergwälder sehr unterschiedlich entstanden (aus Kral 79).

Abietetum-Dominanz. Nach Ausbreitung von Fichte und Tanne behauptet sich nur noch eine schmale Lärchen-Zirbelwaldstufe.

Fichten-Tannenwald: Die montane Entwicklungsfolge führt ostalpin über Kiefer-Fichte zu Tanne, im Westen über Kiefer-Tanne mit sekundärer Ausbreitung der Fichte.

Fichten-Tannen-Buchenwald (Abb. 143): Die heute ähnlich aufgebauten Bergmischwälder sind ostalpin aus montanen Fichtenwäldern und westalpin aus Tannenwäldern hervorgegangen. Erst später mischen sich die anderen Baumarten ein. Bei der Gesellschaftsentstehung haben Fichte und Tanne, aber auch Buche eine unterschiedliche Rolle gespielt; forstgenetische Auswirkungen (Mayer 80). Die Trennungslinie der Entwicklungstypen verläuft von den Glarner Alpen durch Mittelbünden zu den Bergamasker Alpen.

Abb. 143: Entstehung des Fichten-Tannen-Buchenwaldes in den westalpinen Berner Alpen und in den ostalpinen Chiemgauer Alpen (aus Mayer 62).

f) Forstgeschichte – anthropogener Einfluß

Nach einem Vergleich der natürlichen (IX/X) und heutigen (Xc) Pollenanteile (Mayer 69, Kral 74, 79) hat ostalpin die Fichte ihren Anteil nahezu verdoppelt (114–230%), während Buche (13–56%) und Tanne (22–57%) über die Hälfte des ehemaligen Areals (100%) durch land- und forstwirtschaftlichen Einfluß verloren. Anthropogen kann Tanne in den Westalpen ihren Anteil besser behaupten als im Osten, Buche in den Ostalpen. Die Lärche mit10–20facher Arealausweitung erweist sich als typischer Kahlschlagzeiger.

B. Mediterrane Höhenstufe (Abb. 144)

Verbreitung: Nach (Ozenda 66) ist die mediterrane Höhenstufe (Ölbaum) auf den Südalpenrand beschränkt (Nyons-Valence). Wenn auch Quercus ilex auf Südexposition noch bis 1000 (1200) m steigt, so wird die Höhenstufengrenze in Meernähe bei etwa 800 m erreicht; gegen das Rhône-Tal auf 100 m absinkend. Trotz des fragmentarischen Charakters der mediterranen Hartlaubregion gedeihen am Arealrand noch vielfältige Gesellschaften.

1. Ölbaum-Johannisbrotbaum-Zone (Oleo-Lentiscetum)

Die tiefmediterrane, wärmste Zone ist an der Arealgrenze kleinstflächig zwischen Nizza und Menton unterhalb Moyenne Corniche (0–200 m) beschränkt (Ozenda 66). Im weitgehend überbauten Gebiet wurden die natürlichen Bestände auf Kalk zu Euphorbia dendroides-spinosa-Gariguen degradiert. Einzelne schützenswerte Reste in Schluchten; Baumschicht (10–15 m) aus Ceratonia siliqua, Olea europaea var. oleaster; Strauchschicht (3–5 m, Braun-Blanquet-Roussine-Nègre 51): Rhamnus alaternus, Pistacia lentiscus, Quercus ilex, Phillyrea angustifolia, Laurus nobilis, Cistus albidus. **K.:** Carex hallerana, Asparagus acutifolius; ferner Clematis flammula, Calycotome spinosa, Brachypodium ramosum. Chamerops humilis war noch vor 100 Jahren in der Umgebung von Nizza heimisch. Manche potentielle Standorte wurden mit Pinus halepensis aufgeforstet. Viele Ölbaum-Terrassenkulturen wurden wegen Ertragsschwankungen und Frostschäden aufgelassen (Abb. 144).

2. Steineichenwald (Quercetum ilicis galloprovinciale)

Vom tief- bis hochmediterranen Steineichenklimaxwald auf Kalk (bis 400 m) blieben ebenfalls nur Fragmente übrig. Durch Niederwaldbetrieb, Beweidung oder Brand degradiert, wurden viele Standorte mit Pinus halepensis aufgeforstet. Unter den meist lockeren Quercus ilex-Stockausschlagbeständen (15–20 Jahre) entwickelt sich eine artenreiche Strauchschicht; Phillyrea media et angustifolia, Lonicera implexa et etrusca, Pistacia terebinthus et lentiscus, Rhamnus infectoria et alaternus. Typische Lianen: Smilax aspera, Clematis flammula. **K.:** Viola scotophylla, Rubia peregrina. Mit reduzierter Vitalität Quercus coccifera, die südalpin nur in verlichteten Degradierungsstadien stärker hervortritt.

3. Korkeichenwald (Quercetum suberis)

An der Arealgrenze verarmt, kommt flächig der Korkeichenwald im kristallinen Esterel-Massiv bis 600 m vor. Die aufgelösten, mäßig wüchsigen (10–15 m) Bestände charakterisieren: Erica arborea, E. scoparia, Arbutus unedo, Calluna vulgaris; daneben noch eu-mediterrane Arten: Myrtus communis, Calycotome spinosa, Pistacia lentiscus, Juniperus oxycedrus. Waldersatzge-

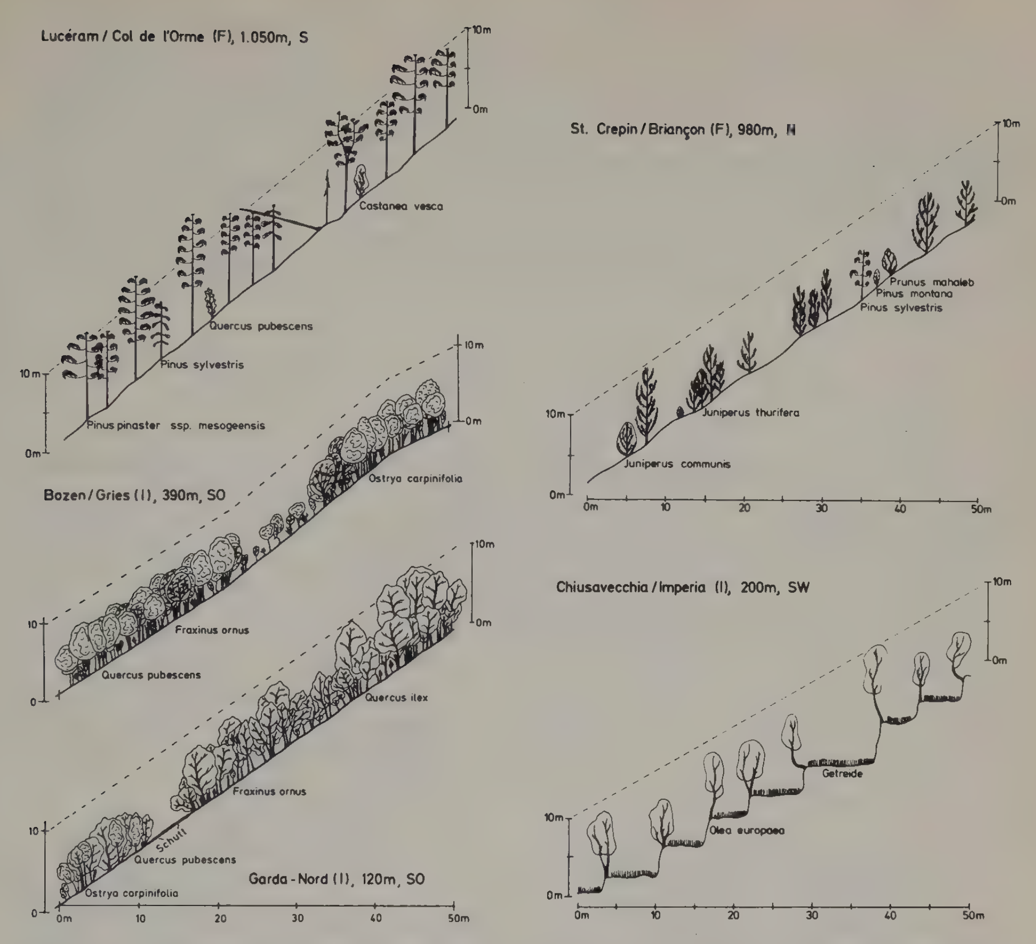


Abb. 144: (Sub-)mediterrane Vegetationseinheiten. Reliktisch am Gardasee ein krüppeliger Quercus ilex-Buschwald. Mehr submediterranen Charakter hat der Schmuckeschen-Hopfenbuchenbuschwald bei Bozen (Orno-Ostryetum). Auf Kalk tritt am Südalpenrand Pinus pinaster ssp. mesogeensis auf, sekundär heute weit verbreitet. Lockere Juniperus thurifera-Gebüsche sind heute weit über die extremen Reliktstandorte hinaus vorgedrungen (St. Crepin). Aufgelassene Ölbaum-Terrassenkultur bei Imperia.

sellschaft ist eine Silikat-Macchie mit Cistus monspeliensis, Helichrysum stoechas, Lavandula stoechas. Der Silikat-Korkeichenwald alterniert als Schlußwald mit dem Kalk-Quercetum ilicis (Ozenda 66). Auf degradierten Brandstandorten samt sich reichlich Pinus pinaster an (Aufforstung). Kleinflächige Unterserie mit Pinus pinea (Ozenda-Wagner 75).

4. Aleppo-Kiefernwald (Pinetum halepensis)

Die Aleppokiefer nimmt überwiegend die tiefere Mediterranstufe bis 300–500 m mit Ausnahme der wärmsten Ceratonia-Standorte ein. Kalk-Standorte kennzeichnen: Pistacia lentiscus, Rosmarinus officinalis, Phillyrea angustifolia, Daphne gnidium, an der Ligurischen Küste und im Westen (Cannes) erreicht die Aleppokiefer auch die Küste. Auf kalkreichem Mergel entwickeln sich geschlossene und wüchsigere (15–20 m) Bestände, durch Waldbrände meist degradiert; Brachypodium ramosum, Calycotome spinosa, Myrtus communis. Typisch sind Arten der Rosmarin-Heiden (Braun-Blanquet et al 51); Staehelina dubia, Globularia alypum.

5. Meerstrand-Kiefernwald (Pinetum pinastris)

Mittelmediterran (200–600 m) stockt kleinflächig auf flachgründigen, skelettreichen Kalk- und Silikatstandorten Pinus pinaster, großflächige Waldersatzgesellschaften auf Durchschnittsstandorten. Auf Dolomit und Silikat kommt **Pinus pinaster ssp. mesogeensis** vergesellschaftet mit mediterranen Elementen vor; hochmediterran (bis 100 m) am Col de Braus auf Nummulithen-Kalk (Abb. 144). Die 10–15 m hohen Bestände sind auf flach geneigten Kalkrippen schlecht geformt. Sonnseitige Steilhänge, in höheren Lagen Pinus sylvestris beigemischt, tragen ausgeprägte Schutzwaldbestände. Bei der Verjüngung im degradierten Eichenmischwald wird Pinus durch Schädlinge (Pissodes notatus) dezimiert (BARBÉRO-LOISEL 74).

6. Hochmediterraner Steineichen-Flaumeichen-Mischwald
(Quercetum ilicis pubescentetosum)

Am Südwestalpenrand ist die Durchdringung des Quercetum ilicis mit dem Buxo-Quercetum typisch (OZENDA 66). Hochmediterrane Flaumeichenmischwälder (400–800/1000 m) kommen innerhalb des Ölbaum-Areals auf Karbonat- und Silikatunterlagen vor. Typische Begleiter des Steineichenwaldes treten zurück; Pistacia terebinthus, Rhamnus alaternus. Dafür gedeihen: Quercus pubescens, Erica scoparia, Fragaria viridis. Für die Silikat-Ausbildung (Esterel-Massiv), vielfach auch Pinus pinaster, sind Calluna, Erica arborea, Teucrium scorodonia und einzelne Castanea sativa typisch. Die mäßig wüchsigen Niederwälder sind vielfach zu Gebüschen mit Juniperus oxycedrus et communis oder Gariguen mit Thymus vulgaris und Lavandula latifolia degradiert. Vereinzelt am Nordabfall der Ligurischen und Meer-Alpen als extrazonale Dauergesellschaft; Phillyrea media, Spartium junceum (BONO-BARBÉRO 76; BARBÉRO-GRUBER-LOISEL 71). Zur Pinus pinaster-Fazies in den östlichen Meeralpen sowie in den Ligurischen Alpen gesellt sich Ostrya carpinifolia.

7. Phönizisches Wacholder-Felsgebüsch

Juniperus phoenicea meist vergesellschaftet mit Steineiche, bildet an flachgründigen Kalkfelsstandorten (400–800 m) eine Dauergesellschaft, auf entwaldeten Felshängen eine sekundäre Waldpioniergesellschaft des typischen Steineichenwaldes. Die heterogene Vegetation belegt die Dynamik (OZENDA 66): südwestalpine Endemiten (Ballota frutescens, Primula allionii), mediterrane Felsbesiedler (Euphorbia spinosa, Kentranthus ruber, Fumana ericoides), tiefmediterrane, in höhere Lagen an Fels abgedrängte Arten (Asparagus acutifolius, Ruta chalepensis), submediterrane bis montane Fels-Besiedler (Buxus sempervirens, Asplenium fontanum, Erinus alpinus).

8. Silberpappel-Auwaldsäume (Populetum albae)

An Flußufern mit vergleyten Alluvial-Böden entwickeln sich (BRAUN-BLANQUET et al. 51) **B.:** Populus alba, Fraxinus parvifolia, Ulmus minor, Populus nigra, Acer campestre; wenig vital Pionierweiden (Salix alba, S. fragilis, S. atrocinerea). Bodenvegetation: Iris foetidissima, Bryonia dioeca, Cucubalus baccifer, Saponaria officinalis, Humulus lupulus, Carex pendula, beinahe alle Vorkommen zerstört.

C. Kolline Stufe

Im mitteleuropäischen Norden tiefere Lagen bis 400/500 m, in den Südalpen reicht der submediterrane Einfluß bis 600/800 m. Kollin macht sich am stärksten die angrenzende Vegetationsprovinz bemerkbar; Differenzierung nach Gesellschaftskomplex und Trennarten.

I. Südwestalpine, submediterrane Ausbildung (OZENDA-WAGNER 75)

1. Submediterraner Flaumeichenwald (Quercion pubescentis)

a) Kalk-Flaumeichenwald (Buxo-Quercetum pubescentis)

Der typische rand- und zwischenalpine Flaumeichenwald ist in der Haute Provence, südlichen Dauphiné und in den westlichen Meeralpen an höhere Lagen gebunden (700–1200 m, Abb. 145), in den nordwestlichen Französischen Alpen (Savoyen, Chartreuse) tiefer bei 300–900 m, und im Jura-Elsaß und bei Chur verarmt ausklingend. Die höhere und tiefere (Quercus ilex) Flaumeichenstufe nimmt in den Südwestalpen rund ⅓ der Fläche ein. Südwestalpen (SILLANOLI 76): C: Quercus pubescens, Acer monspessulanum et opalus, Sorbus torminalis et aria, Buxus sempervirens,

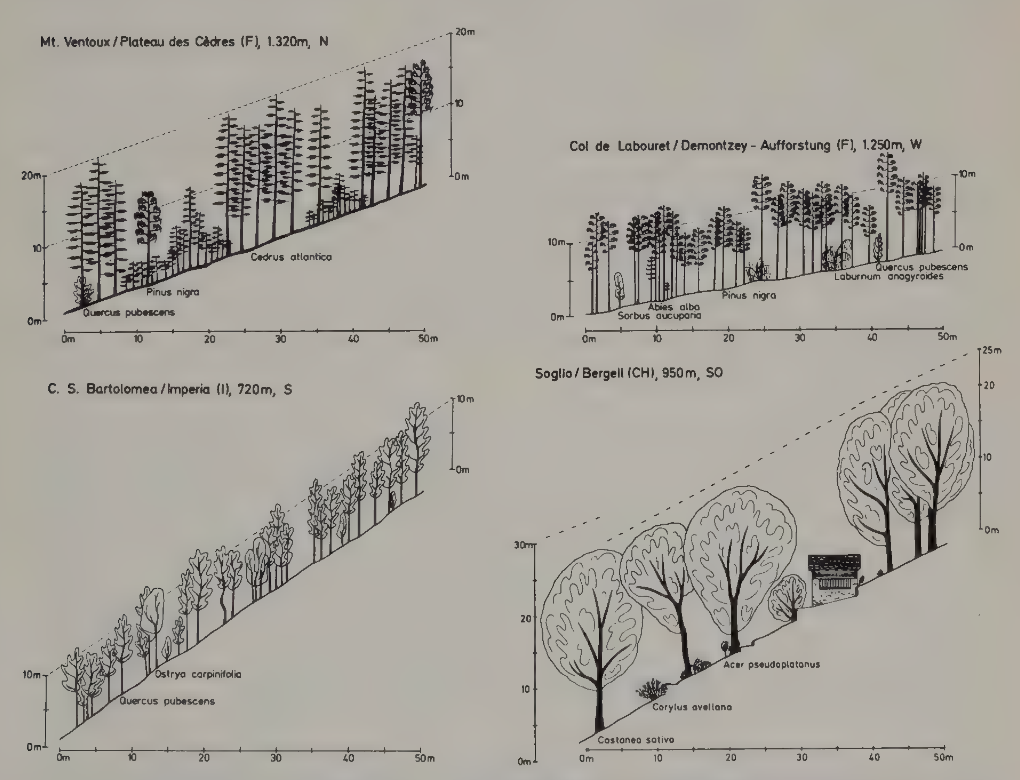


Abb. 145: Submediterrane Gesellschaften. Am Südalpenrand ist der Flaumeichenniederwald zum Teil mit Ostrya carpinifolia weit verbreitet (Imperia). Im Eichenmischwaldgebiet liegen hauptsächlich die Edelkastanienselven (Soglio). Auf einem submediterranen Flaumeichenstandort stockt die Cedrus atlantica-Aufforstung am Mt. Ventoux. Schwarzkiefernaufforstungen durch DEMONTZEY haben in den Südalpen die Hochwassergefahr gebannt.

Mediterrane Elemente fehlen. Thermophile Arten: Juniperus oxycedrus, Odontites lutea, Bromus erectus, Cistus salviifolius. Beim Westabfall der Chartreuse (300–900 m, RICHARD 70) kennzeichnen das Buxo-Quercetum: Prunus mahaleb, Laburnum anagyroides, Astragalus monspessulanus. Am Alpenrand klingt das submediterrane Vorkommen aus. In Chamonix (RICHARD 75) auf Kalk noch buschreiche Flaumeichenwälder mit Traubeneiche, Kiefer, Mehlbeere, Acer opalus, Amelanchier ovalis, Coronilla emerus; Polygala chamaebuxus, Teucrium chamaedrys et montanum, Anthericum ramosum. Es dringt sogar Gentiana lutea ein, in den Westalpen mit relativ breiter ökologischer Amplitude. Im Churer Stadtwald dürfte der Kronwicken-Flaumeichenwald als reliktische Dauergesellschaft (mit Kiefernwaldarten; Amelanchier ovalis, Cotoneaster tomentosus) seine nördliche Alpengrenze haben (TREPP 60, Coronillo coronatae-Quercetum; vgl. BRAUN-BLANQUET 59). Vielfach sind Niederwaldbestände durch Pinus-Aufforstungen ersetzt.

b) **Silikat-Flaumeichenwald** (Cytiso-Quercetum pubescentis)

Im bodensauren Typ (Rhône-Alpen, SILLANOLI 76) gesellen sich zur Flaumeiche: Pinus sylvestris, Castanea sativa, Carpinus betulus, auch Fagus sylvatica. Mesophilerer Charakter; Cytisus scoparius, C. purgans, Calluna vulgaris; Lonicera periclymenum, Luzula forsteri. Bei Chartreuse-Banges (RICHARD 75) eine mesophile Ausbildung mit hervortretender Traubeneiche, auch Fichte, begleitet von Lathyrus niger, Festuca heterophylla, Luzula nivea.

c) **Inneralpiner Flaumeichenwald** (Arabidi turritae-Quercetum pubescentis)

Auf die ausgeprägt inneralpinen Täler beschränkt (Haute Durance, Maurienne, Aosta-Tal, Wallis, Etschtal) kommt der Walliser Flaumeichenwald (BRAUN-BLANQUET 61, BURNAND 76, Saponario-Quercetum) zwischen 500–800/1000 m auf sonnseitigen strahlungsintensiven Standorten mit 10/15 m hohen Flaumeichenwäldern vor; Acer opalus, Mehlbeere, Traubeneiche, Sommerlinde. **CA.**: Campanula bononiensis, Saponaria ocymoides, Arabis turrita (ELLENBERG-KLÖTZLI 72), ferner Cornus mas, Ligustrum vulgare, Colutea arborescens (Buxus fehlt), Lithospermum purpurocaeruleum, Coronilla emerus, Melampyrum cristatum, Limodorum abortivum. Auf frischem Silikat-Übergangsstandort siedelt der Campanula trachelium-Flaumeichenwald mit mesophilen Begleitern: Campanula persicifolia, Helleborus foetidus.

2. Südwestalpiner Hopfenbuchen-Flaumeichenwald
(Ostryo-Quercetum pubescentis)

Am Nordabfall der Ligurischen und Meeralpen (Cuneo, BONO-BARBÉRO 76) tritt auf Kalk- und Silikat (500–800/1200 m) der in den südlichen Ostalpen weiter verbreitete Schmuckeschen-Hopfenbuchenwald inselförmig als eichenreiche Arealrandausbildung auf. **B.**: Quercus pubescens, Fraxinus ornus, Ostrya carpinifolia, Acer campestre (Pinus sylvestris). Für Kalkstandorte typisch Genista cinerea, Lavandula vera. Die Silikat-Ausbildung differenzieren Calluna vulgaris, Cytisus hirsutus, Spartium junceum, Erica arborea. Insgesamt kennzeichnen: Linum viscosum, Ononis spinosa, O. natrix, O. striata, Bromus erectus, Dianthus seguieri, Koeleria vallesiana (Abb. 145).

3. Südwestalpiner Schmuckeschen-Hopfenbuchenwald
(Fraxino orni-Ostryetum)

BONO-BARBÉRO (76) beschreiben von den italienischen Meeralpen (300–800 m) bei Cuneo an Nordseiten ein Ostryetum mit Fraxinus ornus, Ostrya carpinifolia, Acer opalus, Buphthalmum salicifolium, Sesleria autumnalis. Die westalpine Variante dieser strauchreichen Gesellschaft ist gegenüber dem Flaumeichenwald wenig konkurrenzkräftig und daher kleinflächiger als in den südlichen Ostalpen.

4. Südwestalpiner Zerreichenmischwald (Physospermo aquilegifolii-Quercetum cerridis)

Auf tiefgründigen Silikatböden der italienischen Meeralpen (Cuneo) tritt zwischen 500–700 m die Quercus cerris-Gesellschaft (BONO-BARBÉRO 76) auf mit Symphytum bulbosum. S.: Cytisus hirsutus, C. sessilifolius. K.: Calluna vulgaris. Dictamnus albus, Bromus erectus, Ononis spinosa, Polygala nicaeensis.

5. Weihrauchwacholder-Buschwald (Juniperetum thuriferae, Abb. 144)

Reichlich kommt in den Französischen Alpen (St. Crepin, Sisteron, Digne-Barcelonette), Juniperus thurifera (var. gallica) vor (ARCHILOQUE-BORÉL 65). In der oberen Flaumeichenwaldstufe (750–1400 m) werden sonnseitige, flachgründige Kalkfelsstandorte besiedelt. Die typische lockere Dauergesellschaft (bis 10 m) besitzt eine kleinere ökologische Amplitude als in den Pyrenäen, im Ebro-Becken oder in Marokko. Den reliktischen Buschwaldcharakter belegen: randliche Quercus ilex-Waldelemente (Pistacia terebinthus, Rhamnus alaternus), Flaumeichenwald-Arten (Rhus cotinus, Buxus sempervirens), Thero-Brachypodietalia (Melica ciliata, Echium vulgare), Aphyllanthion-Arten (Lavandula vera, Stipa pennata), Stipion-Elemente (Lactuca perennis, Vincetoxicum hirundinaria, Potentillion caulescentis-Arten (Sempervivum calcareum, Asplenium ruta-muraria), Bromion-Elemente (Bromus erectus, Orchis purpurea). Nach BRAUN-BLANQUET (61): Aristolochia pistolochia, Astragalus monspessulanus. Durch die Entwaldung von Flaumeichen- und Kiefernwaldstandorten hat sich diese Pioniergesellschaft sekundär weit ausgebreitet.

6. Schwarzkiefern- und Zedernaufforstungen (Abb. 145)

Nach jahrhundertelangem Kahlschlag und Beweidung in der submediterranen Stufe traten in den Französischen Alpen nach Starkregen so katastrophale Erosionsschäden auf, daß von 1880–1913 beeindruckende Aufforstungen (250 000 ha) mit Pinus nigra durchgeführt wurden. Das Denkmal für P. DEMONTZEY am Col du Labouret erinnert an den Schöpfer des Aufforstungswerkes zur Erosionsvorbeugung. In der oberen Flaumeichenwaldstufe am Plateau des Cèdres/Mont Ventoux erreichen wüchsige, 70jährige Aufforstungen mit atlantischer Zeder 40–60 cm Durchmesser und 18–20 m Höhe.

II. Östliche Ausbildung

1. Schmuckeschen-Hopfenbuchenwald (Fraxino orni-Ostryetum)

Der submediterran-illyrische Buschwald bildet am südlichen Ostalpenrand bis Piemont zwischen 100–700 m die klimabedingte Schlußwaldgesellschaft, zwischenalpin eine reliktische Dauergesellschaft auf skelettreichen Steilhängen. 8–10 m hohe Buschwälder mit Fraxinus ornus und Ostrya carpinifolia, teilweise Quercus pubescens, Pinus sylvestris, Celtis australis (Abb. 144). Artenreiche Strauchschicht: Coronilla emerus, Prunus mahaleb, Cotinus coggygria, Sorbus torminalis. Auf Silikat kennzeichnen (MAYER-HOFMANN 69): Campanula bononiensis, Clematis recta, Lathyrus niger, Peucedanum cervaria, Tamus communis, Ruscus aculeatus, im Gardaseegebiet auch Paeonia officinalis (OBERDORFER 64). Karbonat-Ausbildung mit Erica carnea und Helleborus niger in den Karawanken (AICHINGER 33, MARTIN-BOSSE 67). Verwandt ist der insubrische Karbonat-Nieswurz-Schmuckeschenwald (Helleboro nigri-Ornetum, ANTONIETTI 68).

2. Ostalpiner Flaumeichenwald (Quercetum pubescentis)

Am Südabfall der mittleren Ostalpen treten großflächig auf Sonnseiten submediterrane (100–600 m) Gesellschaften mit Flaumeiche auf. Der Niederwaldbetrieb hat durch unterschiedliches Ausschlagsvermögen Flaumeichenwälder in Schmuckeschen-Hopfenbuchengebüsche (Orno-Ostryetum) umgewandelt (Mayer-Hofmann 69). Am Fuß des östlichen Alpenrandes (200–300 m) stockt in den Thermenalpen ein Flaumeichenbuschwald auf Kalksteinbraunlehm: Dictamnus albus, Festuca rupicola, Bupleurum falcatum, Arabis hirsuta, Peucedanum alsaticum, Astragalus onobrychis. Sesleria varia-Erica carnea-Einheit mit reliktischer Fraxinus ornus (Cotinus coggygria) leitet zum Schwarzföhrenwald über. Bei Graz-Gösting auf südexponierten windgeschützten Kalk-Dolomit-Steilhängen Flaumeichenreliktwälder mit Sorbus torminalis, Anthericum ramosum, Coronilla coronata.

3. Ostalpiner Steineichen-Reliktwald (Quercetum ilicis, Abb. 144)

Bei den Oberitalienischen Seen (Garda- bis Comer See) kennzeichnen diese reliktische Dauergesellschaft der submediterranen Stufe auf windgeschützt sonnseitigen Kalksteinbraunlehm-Standorten (100–200 m) strauchreiche, geringwüchsige Buschwälder (10–12 m). Neben Quercus ilex charakterisieren Cotinus coggygria, Cytisus sessilifolius, Pistacia terebinthus, Buxus sempervirens, Lonicera caprifolium, Cercis siliquastrum, Laurus nobilis, gelegentlich Spartium junceum, Phillyrea latifolia, auch verwilderte Feigen- und Ölbäume. Verarmte Bodenvegetation mit Carex hallerana, Oryzopsis miliacea, Arabis turrita und Kentranthus ruber. Die reliktische mediterrane Enklave entstand im frühpostglazialen Boreal (Beug 65). Mediterrane Inseln bei den Oberitalienischen Seen (Pitschmann-Reisigl-Schiechtl 59, Mayer 74) und in Insubrien (Schröter-Schmidt 56) sind schutzwürdig (Barbéro 79).

4. Hopfenbuchen-Schwarzkiefernwald (Fraxino orni-Pinetum nigrae; Martin-Bosse, 67)

Bei lokalklimatischer Begünstigung bleibt der südostalpine submontane Schwarzkiefernwald auch tiefmontan (500–1100 m) konkurrenzkräftig (Aichinger 33, Martin-Bosse 67, Poldini 69, Sutter in Mayer-Hoffmann 69). Der mäßig wüchsige (8–15 m) Schwarzkiefernwald mit lockerem Hopfenbuchen-Nebenbestand bestockt als Pioniergesellschaft sehr trockene, steile Südhänge mit gering entwickelten Rendzinen. Kennzeichnend Ostrya carpinifolia, Chamaecytisus purpureus, Allium ochroleucum, Asperula aristata, Bupleurum ranunculoides, Euphrasia cuspidata, Euphorbia triflora; daneben Kiefernwaldarten: Anthericum ramosum, Erica carnea. Carex humilis-Ausbildung an den extremeren Standorten. Auf weniger steilen Felsstandorten in der Calamagrostis varia-Ausbildung Waldkiefer; Fraxinus ornus und Ostrya carpinifolia werden schon baumförmig; Carduus crassifolius, Helleborus niger, Rhamnus saxatilis. Kontakt zum Schneeheide-Kiefernwald.

5. Schwarzkiefernwald des Alpenostrandes (Pinetum nigrae)

Bei den heutigen niederöstereichischen Schwarzkiefernvorkommen (80 000 ha) handelt es sich überwiegend um sekundäre Bestände auf Laubmischwaldstandorten, die der Harznutzung ihr Entstehen verdanken. Primäre natürliche Schwarzkiefernwälder auf sonnseitigen Extremstandorten mit flachgründigen Dolomit-Rendzinen sind geringwüchsig, grasreich und straucharm (Amelanchier, Mehlbeere).

Felsenwolfsmilch-Schwarzkiefernwald (Euphorbio saxatilis-Pinetum nigrae, Wendelberger 63, Abb. 146): Im zentralen Schwarzkieferngebiet (300–700 m) stocken auf weniger extremen

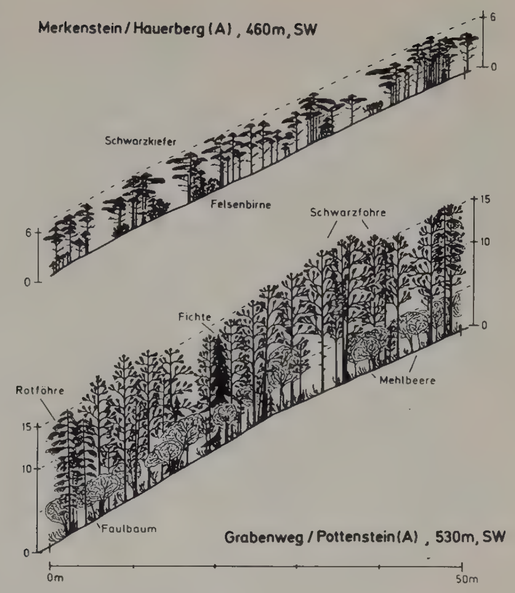


Abb. 146: Schwarzkiefernwald. Standortsextremer typischer Sesleria varia-Schwarzkiefern-Reliktwald; Merkenstein. Der Euphorbia saxatilis-Schwarzkiefernwald Grabenweg mit Mehlbeere kennzeichnet schon den Grenzstandort des Pinetum nigrae.

Dolomit-Rendzinen geringwüchsige Schwarzkiefernbestände (7–15 m): Erica carnea, Asperula, cynanchica, Carex humilis, Bupleurum falcatum.

Blaugras-Schwarzkiefernwald (Seslerio variae – Pinetum nigrae), Kollin-submontan (260–500 m) an besonders extremen Steilhängen und Rücken (Abb. 12) dominiert in offenen, geringwüchsigen Schwarzkiefernbeständen (5–12 m) Sesleria; typisch Daphne cneorum, Leontodon incanus, Bromus erectus, Pulsatilla pratensis, Galium glaucum, G. austriacum, Onosma visianii.

Flaumeichenwald-Felssteppe mit Schwarzkiefer (Cotino-Quercetum KNAPP 1944, WAGNER 41): Kolline Pionierbestände zwischen Wald und Trockenrasen auf sonnseitigen Dolomitstandorten; Flaumeiche, Cotinus coggygria, Adonis vernalis, Seseli austriacum, Fumana procumbens.

6. Subpannonischer Zerreichenmischwald (Quercetum petraeae-cerris)

Mäßig subkontinentale Zerreichenmischwälder, Klimaxbestockung der pannonischen Tallagen und Hügelstufe, greifen zungenförmig in breitere Täler des Alpenostrandes hinein (MAYER 74). In den Niederwaldbeständen begleiten die mäßig wüchsige Zerreiche (10–15 m) vereinzelt Flaumeiche, Stieleiche, reichlich Feldulme. Strauchschicht mit Ligustrum vulgare, Cornus mas. Pannonisch-kontinentale Wald-Elemente: Carex michelii, Phlomis tuberosa, Lactuca quercina, ferner Inula conyza, Dictamnus albus, Hesperis tristis. Die Gesellschaft ist auf mäßig frische Talterrassen beschränkt. Auf frischen Böden tritt Traubeneiche verstärkt auf (Potentillo albae-Quercetum) und wird der Eichen-Hainbuchenwald konkurrenzkräftig.

III. Der insubrische Vegetationskomplex

Das Tessin (Luganer See – Lago Maggiore) setzt sich vegetationskundlich deutlich vom submediterranen Gebiet zwischen Iseo- und Gardasee ab (OBERDORFER 64). In Insubrien fallen mitteleuropäische, speziell subatlantische Arten auf, während submediterrane zurücktreten.

Insubrisch		Submediterran
75%	euro-asiatische Arten	34%
14%	submediterrane Arten	64%
11%	praealpine Arten	2%

Wenn auch in Insubrien dominierende Silikat-Unterlagen mesophile Gesellschaften begünstigen, so sind doch höhere Vegetationszeitniederschläge entscheidend.

	insubrisch	submediterran
monatl. Zahl der Regentage	7–11 Tage	5–10 Tage
monatl. Niederschlag in der Vegetationsperiode	126–242 mm	51–147 mm

Durch den günstigeren sommerlichen Wasserhaushalt kann sich eine mesophile, noch mehr mitteleuropäische Vegetation entwickeln. An der schmalsten Stelle der Alpen wirkt sich das niederschlagsreiche Nordalpenklima noch stärker aus, andererseits stauen sich im insubrischen Trichter häufig mittelmeerische Tiefdruckgebiete (Schröter-Schmid 56).

1. Labkraut-Eichenmischwald mit Edelkastanie

(Cruciato glabrae-Quercetum castanosum, Ellenberg-Klötzli 72)

Auf steileren Hängen (350–1000 m) stocken Edelkastanienbestände mit Hasel-Unterwuchs auf Standorten des Eichenmischwaldes mit Flaumeiche, Stieleiche, Zerreiche und Winterlinde (Abb. 147). Stete Arten: Festuca heterophylla, Luzula nivea, Lathyrus montanus, Pteridium aquilinum, stellenweise sowohl Aegopodium podagraria als auch Carex humilis. Den Laubmischwaldcharakter belegen: Feldahorn, Bergahorn, Birke, Buche, Esche, Schmuckesche, Hopfenbuche, Kirsche, Mehlbeere. Auf sandig-schluffigen, bodensauren Braunerden eine typische Silikat-Ausbildung (Antonietti 68); Hieracium sylvaticum, Sarothamnus scoparius (auch Piemont, Bono-Barbéro 76). Karbonat-Ausbildung mit Luzula nivea, Lathyrus montanus, Helleborus viridis.

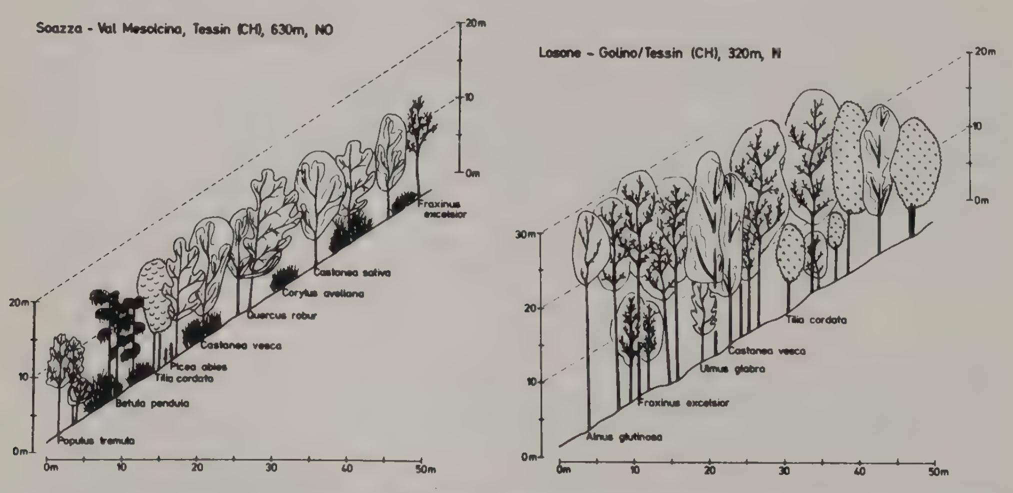


Abb. 147: Insubrische Laubmischwälder. Feuchter Geißbart-Eschenmischwald mit Edelkastanie (Losone) und trockener Labkraut-Eichenmischwald mit Edelkastanien (Soazza).

2. Bodensaurer Rapunzel-Eichenmischwald mit Edelkastanie

(Phyteumo betonicifoliae-Quercetum castanosum, Ellenberg-Klötzli 72)

Auf bodensauren Steilhängen (300–900 m) stockt auf wechselnd frischen podsoligen insubrischen Braunerden (Richard 62) der artenarme Eichenmischwald, weitgehend in Kastanien-Niederwald umgewandelt. Birkenreiche Degradierungsstadien wurden als Querco-Betuletum insubricum (Antonietti 68, Ellenberg-Rehder 62; nach Oberdorfer 64 Castano-Quercetum) beschrieben. In der Baumschicht dominiert Castanea sativa, begleitet von Sandbirke, Stieleiche, Flaumeiche (Buche, Esche). **S:** Cytisus scoparius, Frangula alnus. Artenarme Krautschicht: Molinia litoralis, Calluna vulgaris, Pteridium aquilinum, Vaccinium myrtillus; außerdem Carex pilulifera, Festuca ovina, Luzula nivea. Unterschiedliche Bodenfeuchtigkeit belegen (Oberdorfer 64) Holcus mollis, Teucrium scorodonia, Blechnum spicant, Vincetoxicum hirundinaria. Ersatzgesellschaften: Calluna-Heide und Sarothamnus scoparius-Gebüsch. Ähnliche Gesellschaft bei Cuneo (Barbéro-Bono 76) mit Cytisus hirsutus, Festuca capillata, Jasione montana. Außerhalb Insubriens sind am Alpenrand im Nordwesten Mischwälder aus Quercus robur, Castanea sativa, Betula pendula, Fraxinus excelsior (Carpinus betulus) verbreitet; Nordwest-Französische Randalpen (300–900 m, Richard 70); Ilex aquifolium, Mespilus germanica, Picea abies, Teucrium scorodonia, Vaccinium myrtillus.

3. Geißbart-Eschenmischwald mit Edelkastanie (Abb. 147)

(Arunco-Fraxinetum castanosum, Ellenberg-Klötzli 72)

Der arten- und krautreiche, wüchsige (25–30/32 m) Eschenmischwald auf Silikat und Karbonat (250–750 m) an frisch-feuchten Hängen ist für Insubrien besonders bezeichnend; Salvio glutinosae-Fraxinetum (Oberdorfer 64). **B:** Esche, Schwarzerle und Edelkastanie; wechselnd Bergahorn, Birke, Buche, Lärche, Trauben- und Flaumeiche. **S:** Corylus avellana, Frangula alnus. **K:** Aruncus dioicus, Molinia litoralis, Pteridium aquilinum, Vaccinium myrtillus, ferner Athyrium filix-femina, Dryopteris filix-mas, Luzula sylvatica, Salvia glutinosa; nach Oberdorfer (64) noch Vinca minor, Carex pilosa. Bei Cuneo (Barbéro-Bono 76) mit Carpinus betulus und Prunus mahaleb.

4. Hainbuchen-Hopfenbuchenwald

(Carpino betuli-Ostryetum, Ellenberg-Klötzli 72)

Auf trockenen, submontanen Kalkhängen (250–750/900 m) mit tiefgründigen, frischen Lehmböden stocken wüchsigere Niederwälder mit Hainbuche, Hopfenbuche, Esche, Schmuckesche, Kirsche, Winter- und Sommerlinde. Reichhaltige Strauchschicht: Cornus mas, Coronilla emerus, Laburnum alpinum, Ligustrum vulgare. **K.:** Hedera helix, Vinca minor, Galium aristatum, Lamiastrum galeobdolon, Melittis melissophyllum, Primula vulgaris, Sesleria varia; Fraxinus ornus-Einheit des Erisithalo-Ulmetum (Antonietti 68).

5. Mannaeschen-Hopfenbuchenwald

(Fraxino orni-Ostryetum, Ellenberg-Klötzli 72)

Während die Gesellschaft am südlichen Ostalpenrand unabhängig von der geologischen Unterlage auftritt, ist sie in Insubrien an trocken-warme, sonnseitige, basenreiche Steilhang-Standorte (300–900 m) mit Braunerden gebunden. Baumschicht regelmäßig mit Hopfenbuche, Schmuckesche, Feldahorn, Flaumeiche. Besonders typische insubrische Begleiter: Laburnum alpinum, Carex humilis, Cyclamen purpurascens, Melittis melissophyllum, Sesleria varia, Helleborus niger (Antonietti 68, Helleboro-Ornetum).

6. Edelkastanien-Selven (Abb. 145)

Zwischen 300–1100 m stocken am Südabfall der Alpen ausgedehnte Edelkastanienbestände, die trotz anthropogener Entstehung subspontanen Charakter besitzen. Nach Zoller (60), Ellenberg-Rehder (62), Ellenberg (63), Antonietti (68) und Ellenberg-Klötzli (72) nehmen sie Standorte insubrischer Laubmischwälder ein. Die Selven spielten seit der Ausbreitung von Castanea in den Alpen durch die Etrusker und Römer bis in die Neuzeit landwirtschaftlich eine entscheidende Rolle: Gewinnung der Früchte zur Mehlbereitung, Nutzung des Brennholzes, Pfähle für den Weinbau, Streunutzung, Weide und Futtergrasgewinnung, Schneiteln als Winterfutter. Seit einem Jahrzehnt sterben durch den eingeschleppten Kastanien-Krebspilz (Endothia parasitica) großflächig die Altbäume langsam ab. Damit ist ein charakteristisches Landschaftselement am südlichen Alpenrand gefährdet.

IV. Mitteleuropäische Ausbildung

1. Eichen-Hainbuchenwald (Querco-Carpinetum s. l.)

Eichen-Hainbuchenwälder treten fragmentarisch in den nördlichen Französischen Alpen auf (Tonnel et al. 74, Abb. 148), fehlen, vom Genfer See abgesehen, am Nordrand der Schweizer Alpen auf Durchschnittsstandorten (Ellenberg-Klötzli 72), wo sich Eiche und Hainbuche durch den Mittelwaldbetrieb auf submontanen Fagetum-Standorten ausbreiten konnten. Nach Rodung der meisten Talstandorte kommen am Alpenrand nur kleinflächig Eichen-Hainbuchenwälder vor.

a) Bodenbasischer Traubeneichen-Hainbuchenwald
(Galio sylvatici-Carpinetum, Mayer 74)

Kollin bis submontan (Wienerwald 200–400 m, auch Genfer See, Piemont (Tosco 75) bis 550 m, Abb. 148) stocken auf mäßig frischen bis frischen Braunerden Mischbestände aus Traubeneiche, Stieleiche (im Wienerwald nahezu fehlend) und Hainbuche, begleitet von Feldahorn, Esche, Winterlinde. Teilweise reiche Strauchschicht: Lonicera xylosteum, Corylus avellana. **K:** Hedera helix, Luzula pilosa, Poa nemoralis, Polygonatum multiflorum, Carex montana, Anemone nemorosa; im Westen noch Potentilla sterilis und Lathyrus montanus auf austrocknenden Schotterböden. Im Wienerwald ermöglicht die leistungsfähige, typische Ausbildung (Carex sylvatica, Lathyrus vernus) Eichenstarkholzzucht (Jelem-Mader 68). Subpannonische Ausbildung auf Flyschsandstein mit Festuca drymeia und Quercus cerris (Abb. 148). Bei Pseudogley-Lößlehm Carex brizoides – Stieleichen-Untergesellschaft. Auf sonnseitigen Kalk-Steilhängen Carex alba (Brachypodium sylvaticum) – Traubeneichen-Hainbuchenwald (Mayer 74, Abb. 148).

b) Bodenfeuchter-Stieleichen-Hainbuchenwald (Querco roboris-Carpinetum allietosum ursini)

Im mergelreichen Flysch-Wienerwald stockt auf tonreichen Pseudogley-Unterhängen die auwaldartige Gesellschaft. Wüchsige (25–30 m) Baumschicht: Stieleiche (Traubeneiche), Esche, Bergulme, Kirsche, Winterlinde, vital Hainbuche; Prunus padus. Frühjahrs-Geophyten-Aspekt. Corydalis cava, Gagea lutea, Scilla bifolia. Feuchtigkeitszeiger: Stachys sylvatica, Impatiens nolitangere, Pulmonaria officinalis. In den französischen Nordwestalpen eschenreiche Stieleichen-Hainbuchenwälder mit Molinia coerulea (Richard 70).

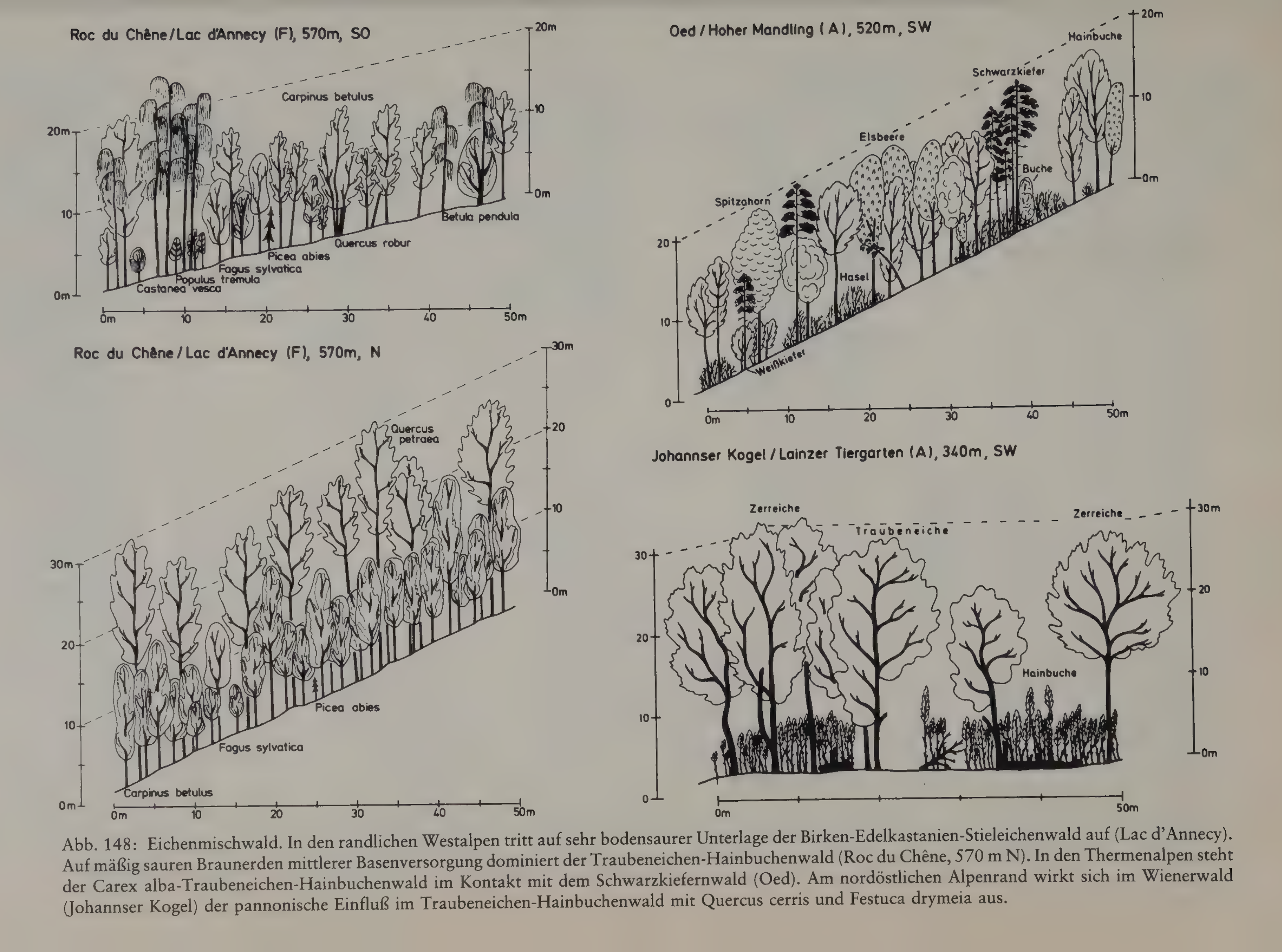


Abb. 148: Eichenmischwald. In den randlichen Westalpen tritt auf sehr bodensaurer Unterlage der Birken-Edelkastanien-Stieleichenwald auf (Lac d'Annecy). Auf mäßig sauren Braunerden mittlerer Basenversorgung dominiert der Traubeneichen-Hainbuchenwald (Roc du Chêne, 570 m N). In den Thermenalpen steht der Carex alba-Traubeneichen-Hainbuchenwald im Kontakt mit dem Schwarzkiefernwald (Oed). Am nordöstlichen Alpenrand wirkt sich im Wienerwald (Johannser Kogel) der pannonische Einfluß im Traubeneichen-Hainbuchenwald mit Quercus cerris und Festuca drymeia aus.

2. Eichenmischwald

a) **Basenreicher Leimkraut-Eichenmischwald** (Sileno nutantis-Quercetum, ELLENBERG-KLÖTZLI 72)

In den schweizerischen Zentralalpen (Graubünden) siedelt an submontanen (600–1200/1350 m), sonnseitigen Kalksteilhängen ein wärmeliebender Eichenmischwald, mesophile Ausbildung des Coronillo-Quercetum. **B.:** Traubeneiche, Mehlbeere. **S:** Amelanchier ovalis, Coronilla emerus, Viburnum lantana. Wärmezeiger: Brachypodium pinnatum, Aster amellus, Bromus erectus, Peucedanum cervaria, Polygonatum odoratum, Thesium bavarum. Durch größere Bodenfrische schon Epipactis helleborine, Astragalus glycyphyllos.

b) **Bodensaurer Platterbsen-Eichenmischwald** (Lathyro nigris-Quercetum, ELLENBERG-KLÖTZLI 72)

Am Genfer See (Jura) stocken submontan (400–800 m) auf sonnseitigen, kalkarmen, tiefgründigen Standorten mit Feldahorn angereicherte Traubeneichenbestände; gelegentlich Esche, Kirsche, Mehlbeere, Sommerlinde. **K.:** Coronilla emerus, Crataegus monogyna et oxyacantha, Ligustrum vulgare. Trotz des ärmeren Standortes ist die Krautschicht artenreich: Carex montana, Anthoxanthum odoratum, Festuca heterophylla, Betonica officinalis, Carex flacca, Convallaria majalis, Lathyrus niger, L. vernus, Teucrium scorodonia; **M.:** Dicranum scoparium, Hypnum cupressiforme, Scleropodium purum.

c) **Bodensaurer Kiefern-Stieleichenwald** (Pino-Quercetum)

Am Nordrand der Karawanken (AICHINGER 33) und am steiermärkischen Alpenrand (350–600 m) treten an südseitigen Silikat-Moränen Waldkiefern-Stieleichenwälder auf; kaum noch naturnähere Bestände. **S.:** Frangula alnus, Genista tinctoria. **K.:** Danthonia decumbens, Platanthera bifolia, Thelypteris limbosperma; häufig Castanea sativa, Molinia arundinacea, Carex brizoides, Festuca ovina; gelegentlich reliktisch Alnus viridis.

d) **Bodensaurer Buchen-Traubeneichenwald** (Fago-Quercetum petraeae)

Im kollinen Wienerwald tritt die edaphisch bedingte Dauergesellschaft auf typischen Oberhang-Verlustlagen bei Bodenversauerung auf, wo die anspruchsvollere Hainbuche ausfällt und Traubeneiche, Buche und Birke mäßig wüchsig (10–15 m) die Baumschicht bilden. Nahezu ausschließlich Säurezeiger: Melampyrum pratense, Luzula luzuloides, Avenella flexuosa, Genista tinctoria; vereinzelt wärmeliebende Arten: Lembotropis nigricans, Sorbus torminalis (LANG 67, JELEM-MADER 68, CSAPODY 64).

3. Lindenmischwald

a) **Westalpiner Turinermeister-Lindenmischwald** (Asperulo taurinae-Tilietum, ELLENBERG-KLÖTZLI 72).

Die kollin-submontane Dauergesellschaft besiedelt in den nordschweizerischen Föhntälern (300–600 m) bei warmem, niederschlagsreichem Klima steile südseitige Kalkhangschuttstandorte (TREPP 47; Abb. 149). Stet in der Baumschicht: Winterlinde, Feldahorn, Bergulme. **S.:** Corylus avellana, Cornus sanguinea. **K.:** Mercurialis perennis, Aquilegia atrata, Campanula trachelium, Hedera helix, Pimpinella major, Tamus communis. Differentiell für die nordostschweizerische Föhn- und Seezone: Sommerlinde, Spitzahorn, Mehlbeere, Eibe und Ilex aquifolium, reichlich

Staphylea pinnata, Euonymus latifolia, Coronilla emerus; Vincetoxicum hirundinaria, Tanacetum corymbosum.

In **Insubrien** werden auch höhere Lagen (600–900/1500 m) und Schattenseiten besiedelt. Aegopodium podagraria-Ausbildung des Lindenmischwaldes mit Daphne laureola (Erisithalo-Ulmetum, ANTONIETTI 68). Das Luzulo niveae-Tilietum cordatae (HEISELMAYER 79) auf podsoligen Silikat-Schatthängen (600–800 m) mit Calamagrostis arundinacea, Festuca heterophylla (Acer pseudoplatanus) leitet zum bodensauren Eichenmischwald über.

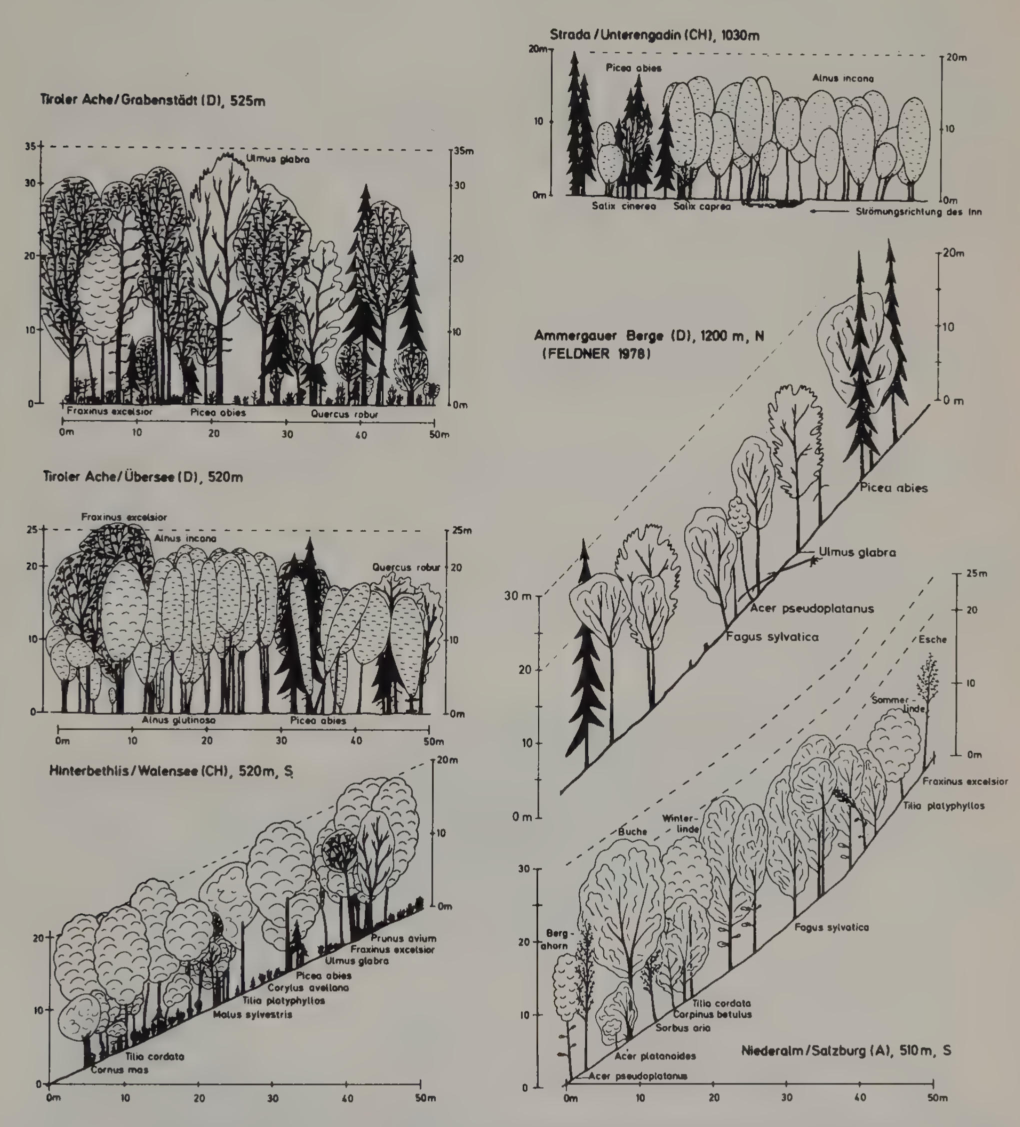


Abb. 149: Laubmischwald. Beim Alnetum incanae ist Weißerle primärer Pionier, der von Fichte unterwandert wird (Strada). Der Bergahorn-Eschenwald tritt am Alpenraum auch in einer Auwaldform auf (Grabenstätt). Bei zunehmendem Feuchtigkeitsstau wird er vom Schwarzerlen-Eschenwald abgelöst (Übersee). Auf Steilhängen siedelt ein Aruncus-Hochstauden-Bergahorn-Ulmen-Buchenwald (FELDNER 78), Ammergauer Berge. Im schweizerischen Föhn- und Seenbezirk auf südseitigen Kalkhangschutthalden typische Lindenmischwälder (Hinterbethlis). Auf sonnseitigen Kalkschutthalden stockt im niederschlagsreichen Randalpengebiet der Linden-Buchenwald (Salzburg).

b) **Ostalpiner Lindenmischwald** (Aceri-Tilietum)

Eine östliche spitzahornreiche Ausbildung besitzt nur wenige thermophile Elemente (MAYER 63). Der inneralpine tiefmontane **Waldgeißbart-Lindenwald** (Aceri-Tilietum aruncetosum, MAYER-HOFFMANN 69) steht im Kontakt zum Silikat-Kiefernwald und Corylus-Buschwald (HARTL 76).

4. Eschenmischwald

a) **Bergahorn-Eschenwald** (Aceri-Fraxinetum)

In den nördlichen Randalpen (400–800/1100 m, Abb. 149) und voralpin kommen auf nährstoffreichen Gley- und Pseudogleyböden an Hangfüßen hochproduktive, wertleistungsfähige (30–35 m) Eschenbestände (ETTER 47) mit Bergahorn, Bergulme vor (Tanne, Fichte). Üppige Strauchschicht: Prunus padus, Sambucus nigra; wuchernder Krautteppich mit nitrophilen Stauden: Aegopodium podagraria, Allium ursinum, Stachys sylvatica, Carex pendula, Impatiens noli-tangere, Chaerophyllum hirsutum, zahlreiche Farne: Athyrium filix-femina, Dryopteris filix-mas; ferner Leucojum vernum, Adoxa moschatellina, Arum maculatum, Circaea lutetiana, Aruncus dioicus; westalpin Dentaria heptaphylla. Untereinheiten mit Stachys sylvatica, Carex alba (PFADENHAUER 69), Veronica montana (im Westen, FREHNER 63, KLÖTZLI 69), Corydalis cava (ETTER 47), Petasites albus (nördliche Zwischenalpen, MAYER 63).

b) **Zweiblatt-Eschenmischwald** (Ulmo-Fraxinetum listeretosum ovatae, ELLENBERG-KLÖTZLI 72)

Submontan (300–700 m), selten am nordwestlichen Alpenrand, natürliche Eschenmischwälder auf Lehmböden. **B.:** Bergahorn, Esche (Weißerle, Hainbuche, Fichte). **S.:** Cornus sanguinea, Euonymus europaea. **K.:** Mercurialis perennis, Deschampsia cespitosa, Hedera helix, Polygonatum multiflorum, Carex sylvatica. Früher als bodenfeuchter Eichen-Hainbuchenwald angesprochen (ETTER 43, 47).

c) **Schwarzerlen-Eschenwald** (Pruno padi-Fraxinetum, PFADENHAUER 69)

Am nördlichen Alpenrand und vor allem im Grundmoränengebiet ist die Gesellschaft an quellige Hänge und Anmoorgleye gebunden. Ausgezeichnet gedeiht die Schwarzerle (–30 m), Esche noch gut auf weniger nassen Standorten (Fichte). Üppige Strauchschicht mit Sambucus nigra. Zahlreiche Hygrophyten: Angelica sylvestris, Chaerophyllum hirsutum, Chrysosplenium alternifolium, Circaea intermedia, Stachys sylvatica.

5. Erlenwald

a) **Fichten-Schwarzerlenwald** (Piceo-Alnetum glutinosae, RUBNER 54)

Im nordostalpinen Grundmoränengebiet (Abb. 149) werden tonige Anbruch- bis Mull-Gleyböden von gutgeformten, wüchsigen (25–30 m) Schwarzerlen (erhaltungswürdige Standortrasse) und beigemischten Fichten bestockt; dürftige Strauchschicht. **K:** Circaea intermedia, Equisetum sylvaticum, Carex brizoides, Chaerophyllum hirsutum, Chrysosplenium alternifolium, Carex remota, Impatiens noli-tangere, Stachys sylvatica, Mnium undulatum. Die Verjüngungsphase ist reich an Schwarzerle, die von der Fichte später unterwachsen wird. Durch Wind- und Rotfäulegefahr fällt Fichte schon mit 70–80 Jahren aus (Zeitmischung), so daß diese Vergesellschaftung nachhaltig konkurrenzfähig ist.

b) Schwarzerlenwald (Alnetum glutinosae)

In den südlichen Randalpen (Piemont, Bono-Barbéro 76) finden sich auf alluvialen, vergleyten Feinlehmböden Schwarzerlenbestände mit Salices, Prunus padus sowie Viburnum opulus. Bezeichnend: Baldingera arundinacea, Filipendula ulmaria, Lythrum salicaria, Carex elata, C. vulpina. Entlang der Rhône im Alpenbereich nur noch Fragmente (Pautou 70, Richard 70).

c) Kolliner Weißerlenwald (Alnetum incanae)

Nur südalpin gibt es noch kolline Weißerlenbuschwälder, die im Norden bereits zum Alpenvorland gehören (Piemont, Bono-Barbéro 76). In früheren Stadien finden sich Salix alba, S. incana, S. purpurea, auch Populus nigra; reifere Ausbildungen mit Esche, Schwarzerle, auch Juglans regia. **S.:** Rhamnus frangula, Myricaria germanica, Hippophaë rhamnoides; Epilobium rosmarinifolium; an der Isère mit Angelica sylvestris (Richard 70).

D. Montane Stufe (Abb. 150)

Die montane Stufe ist am gleichmäßigsten und am weitesten verbreitet. Bei den montanen Schlußwaldgesellschaften treten wesentliche Unterschiede zwischen den Rand-, Zwischen- und Innenalpen auf, aber auch zwischen den Ost- und Westalpen mit besonders vielfältigen Gesellschaften; geographische Rassen (Kral-Mayer-Zukrigl 75).

Randalpen: Buchenwälder (südalpin) und bzw. oder Fichten-Tannen-Buchenwälder. Fichten- und Kiefern-Dauergesellschaften an Spezialstandorten. In den südlichen Meeralpen hochmontane Waldkiefernstufe.

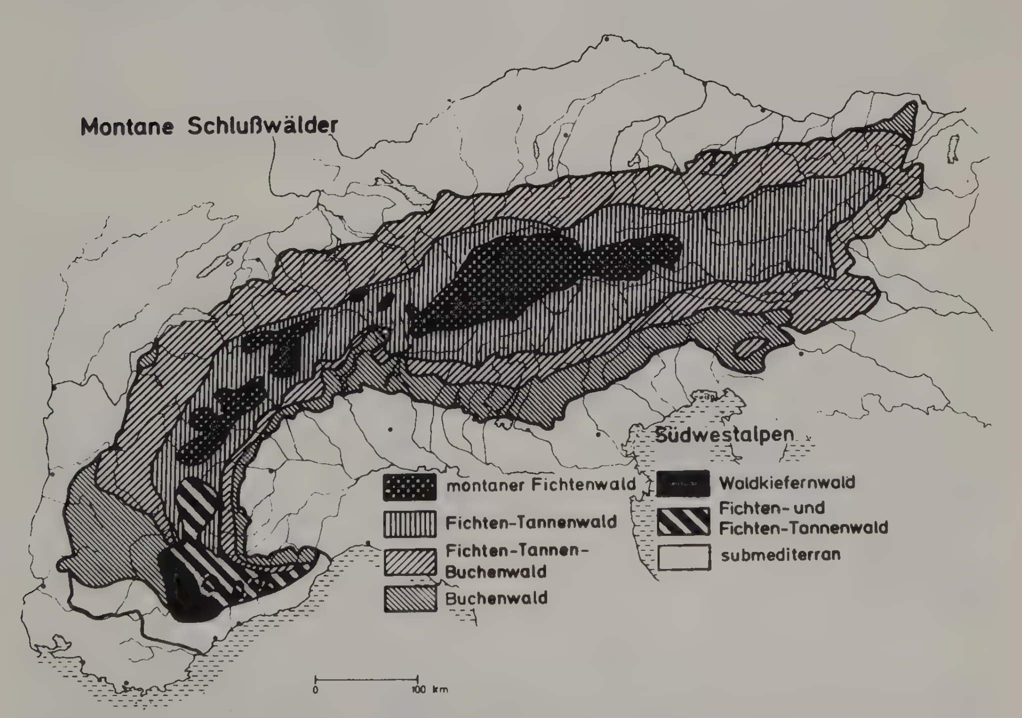


Abb. 150: Verbreitung der montanen Schlußwaldgesellschaften: Montaner Fichtenwald, montaner Fichten-Tannenwald, Fichten-Tannen-Buchenwald, Buchenwald, Waldkiefernwald in den Alpen.

Zwischenalpen: Nur in den Ostalpen deutlicher Übergangsbereich mit Fichten-Tannenwäldern. Fichten- und kiefernreiche Gesellschaften schon flächiger.

Innenalpen: Ostalpin uniformer montaner Fichtenwald. Westalpin vielfältiger Gesellschaftskomplex zusätzlich mit Fichten-Tannenwald, Waldkiefern- und Bergkiefernwald.

I. Buchenwald (Fagion)

Verbreitung: In den nördlichen schweizerischen Randalpen besiedeln typische Buchenwälder submontan (400–600 m) nur noch kleine Flächen; Verbreitungsschwerpunkt im Schweizer Mittelland. Am Nordabfall der Ostalpen reichen Fichten-Tannen-Buchenwälder bis ins Moränengebiet, so daß tannenfreie Buchenwälder erst im weiteren Alpenvorland auftreten. Im Wienerwald besteht eine submontane Buchenstufe (300–600 m), die sich am Südostabfall der Alpen deutlich ausweitet (500–1100 m, Zukrigl 73). Am südlichen Alpenrand (Karawanken, Aichinger 33) entwickeln sich, von den französischen Südalpen abgesehen, ausgeprägte montane Buchenwälder (meist ohne Tanne und Fichte), die randalpin sogar die Waldgrenze bilden (Mayer-Hofmann 69).

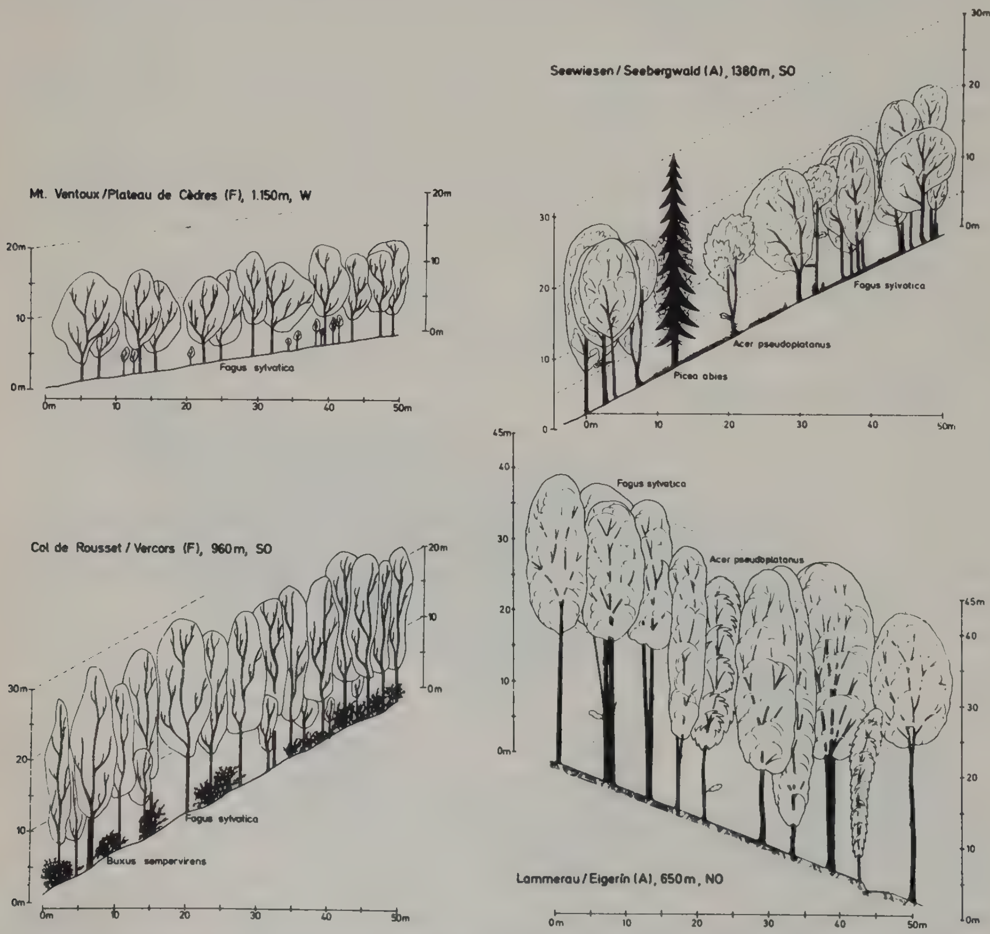


Abb. 151: Buchenwälder. Optimal wüchsig ist der farnreiche Waldmeister-Buchenwald Lammerau (Asperulo-Fagetum; Mayer 74). Auf Kalk stockt das thermophile Buxo-Fagetum im Vercors. Bergahorn-Buchenwald mit Fichte im ostalpinen Seewiesen. Am Mt. Ventoux erreicht der Buchenwald mit Festuca altissima die Arealgrenze.

Aufbau: Im Arealzentrum dominieren weitgehend reine Buchenbestände, am Arealrand mischen sich tiefmontan Tanne und Fichte, submontan-kollin Traubeneiche (Stieleiche) und Hainbuche bei. Auf submontanen Standorten dringen Bergahorn, Linde und auf feuchten Esche, Bergulme ein (Abb. 151).

Fagion-Charakterarten treten nur bei besserer Basenversorgung vollzähliger auf. Auf stark bodensauren Standorten bleibt oft nur die Buche als einzige Charakterart übrig. Typisch sind Dentaria-Arten (enneaphyllos im Osten, bulbifera im Süden und Westen pentaphyllos und heptaphylla), Hordelymus europaeus, Festuca altissima, Melica uniflora, Aconitum vulparia, Lathyrus vernus, Mercurialis perennis (Neottia nidus-avis, Sanivula europaea, Polystichum aculeatum, Actaea spicata, Epilobium montanum, Epipactis helleborine). Regelmäßig begleiten Kennarten mesophiler Laubwälder (Fagetalia-Arten), Bergahorn, Bergulme, Spitzahorn; Phyteuma spicatum, Viola reichenbachiana, Dryopteris filix-mas, Carex sylvatica, Galium odoratum (Lamiastrum galeobdolon, Primula elatior, Paris quadrifolia, Lysimachia nemorum, Polygonatum multiflorum).

1. Mesophiler Karbonat-Platterbsen-Buchenwald (Lathyro verni-Fagetum)

Großflächig besiedelt die Gruppe sub- bis tiefmontan (500–900 m) verbraunte Rendzinen und frische Kalksteinbraunlehme, vor allem nordalpin. Anspruchsvolle Laubwaldarten und Basenzeiger haben ein Optimum. Verwandtschaft besteht zum Braunerde-Buchenwald (Asperulo-Fagetum).

Geographische Rassen (Zukrigl 73):

- *Lathyro-Fagetum* bzw. *Aposerido-Fagetum* in den nordwestlichen Ostalpen (bis Salzburg),
- *Helleboro-Fagetum* der nordöstlichen Kalkalpen mit Helleborus niger, Cardamine trifolia, Cyclamen purpurascens.
- *Poo-stiriacae-Fagetum* im Südosten mit den Trennarten Peltaria alliacea, Senecio ovirensis, Vicia oroboides, Pulmonaria stiriaca. Kontakt zum illyrischen Kalkbuchenwald mit Rhamnus fallax, Aremonia agrimonioides, auch Anemone trifolia, Lamium orvala, Homogyne sylvestris (Hofmann 74).
- Westalpines *Dentario-Fagetum* mit Dentaria heptaphylla, Helleborus foetidus.
- Südalpines *Buxo-Fagetum* mit Buxus sempervirens.

a) Typischer Platterbsen-Buchenwald (Lathyro verni-Fagetum typicum)

Submontan (300–800 m, im Südosten zwischen 500–1100 m) sind auf mäßig frischen bis frischen Rendzinen und Kalksteinbraunlehmen zur dominierenden Buche (28–32 m) lokal Traubeneiche, Hainbuche, Kirsche, Bergahorn beigemischt. S.: Lonicera xylosteum, Cornus sanguinea. Artenreiche Bodenvegetation: Paris quadrifolia, Neottia nidus-avis, Asarum europaeum, Carex sylvatica; regelmäßig Pulmonaria officinalis var. obscura, Mercurialis perennis, ferner Cephalanthera damasonium. Im Südosten mit Poa stiriaca, Melittis melissophyllum, Primula acaulis und Veratrum nigrum, auch Asplenium viride, im Osten mit Festuca drymeia (Zukrigl 73), subatlantisch mit Allium ursinum (Frehner 63). Untergesellschaften mit Dryopteris- und Dentaria-Arten sind verwandt mit dem Lathyro-Fagetum der mitteldeutschen Gebirge (Hartmann-Jahn 67).

b) Typischer Zahnwurz-Buchenwald (Dentario heptaphyllae-Fagetum typicum, Ellenberg-Klötzli 72)

Die subatlantische Ausbildung des typischen Kalkbuchenwaldes besiedelt in den Schweizer Randalpen (Jura) niederschlagsreichere submontane (400–1200 m) Standorte. Buche dominiert, gelegentlich Tanne. S.: Rubus, Bergahorn, Esche. Neben der geographischen Differentialart

bezeichnend: Hordelymus europaeus, Galium odoratum, Carex sylvatica, C. flacca, Bromus benekenii, Lamiastrum galeobdolon, Prenanthes purpurea.

In den **französischen Westalpen** (Haute Marienne) differenziert diese Gesellschaft Trochiscanthes nodiflorus (auch Tanne, BARTOLI 61). Den **Tessiner Kalkbuchenwald** (ELLENBERG-KLÖTZLI 72) kennzeichnen: Helleborus viridis, Phyteuma ovatum, Cyclamen purpurascens, Farnreichtum, auch Dentaria bulbifera; trockene Erica carnea-Ausbildung.

c) Südalpiner Zahnwurz-Buchenwald (Dentario pentaphyllo-Fagetum)

In den südlichen und südöstlichen Randalpen (700–1700 m) besiedelt die Gesellschaft durch das sommerliche Wolkenklima auch Südseiten. Auf vorratsfrischen Kalksteinbraunlehmen dominiert konkurrenzkräftig Buche; Tanne und Fichte randlich. **K:** Lamiastrum galeobdolon, Carex sylvatica, Sanicula europaea, Dentaria enneaphyllos, D. bulbifera, Festuca altissima (Abb. 149). Südöstlich differenzieren: Aremonia agrimonioides, Helleborus viridis, Erythronium dens-canis. Tiefsubalpine Luzula sylvatica-Waldgrenzen-Einheit und tiefmontane Luzula nivea-Ausbildung mit submediterranem Laubmischwald-Kontakt.

d) Linden-Buchenwald (Tilio platyphylli-Fagetum, Abb. 149)

Submontane bis tiefmontane (400–800 m), sonnseitige Rieselskeletthalden besiedelt in den niederschlagsreichen Randalpen ein artenreicher, mittelwüchsiger Buchenmischwald mit Sommerlinde, Spitzahorn, Bergahorn, Esche, Bergulme, häufig Mehlbeere. Artenreiche Strauchschicht: Viburnum lantana, Ligustrum vulgare, Euonymus latifolia, lokal Staphylea pinnata. Hedera helix klettert bis in die Baumkronen. Felsschutt- (Polystichum aculeatum, Polypodium) und Wärmezeiger bezeichnend: Vincetoxicum hirundinaria, Polygonatum odoratum, Galium aristatum, Anthericum ramosum, lokal Coronilla emerus. Diese reliktische Gesellschaft ist mit dem Block-Lindenwald verwandt (TREPP 47, MAYER 59). Der westliche Zahnwurz-Linden-Buchenwald (Dentario heptaphyllae-Fagetum tilietosum, ELLENBERG-KLÖTZLI 72) ist seltener in den Alpen (400–1000 m), häufiger im Jura verbreitet (Lamiastrum galeobdolon, Polystichum aculeatum) und leitet zu den thermophilen Buchenwäldern über.

2. Thermophiler Karbonat-Weißseggen-Buchenwald (Carici albae-Fagetum)

a) Typischer Seggen-Buchenwald

Submontan-tiefmontan werden trocken-warme, meist sonnseitige steilere Hänge (400–900 m) mit mäßig frischen bis wechseltrockenen Moder- bis Mullrendzinen bestockt. Im ausgeprägten Mischwald gesellen sich zur dominierenden, schlechtformigen, mäßig wüchsigen Buche (20–25 m) Traubeneiche, Mehlbeere, Feldahorn, lokal Lärche, Bergahorn, Kalkesche. **S.:** Ligustrum vulgare, Viburnum lantana, Berberis vulgaris, Euonymus latifolia. Kennzeichnend: Orchideen (Cephalanthera alba, C. rubra, C. longifolia) und Seggen (Carex digitata, C. montana, C. flacca), ferner Aquilegia vulgaris, Melittis melissophyllum. An besonders warmen Standorten Coronilla emerus, Cotoneaster tomentosus, Tanacetum corymbosum. Bezeichnender Kontakt zum Kiefern- und Eichenwald.

Ostalpine Ausbildungen (ZUKRIGL 73) mit Veratrum nigrum und Pinus nigra am Alpenostrand, im illyrisch beeinflußten Südosten mit Aremonia agrimonioides, ferner mit Sesleria varia und Calamagrostis varia.

Westalpine Ausbildungen in den Randalpen (400–1200 m, ELLENBERG-KLÖTZLI 72) mit Ilex aquifolium, Taxus baccata, Acer opalus, Tamus communis, lokal Helleborus foetidus. Das oberflächlich entkalkte Carici albae-Fagetum caricetosum montanae kennzeichnen Carex flacca, Luzula pilosa, Platanthera bifolia. An der Chartreuse-Westabdachung (600–1200 m, RICHARD 70) thermophiler Buchenwald mit Ilex aquifolium, Carpinus betulus, Tamus communis. Aufgelok-

kertes Carici-Fagetum in den zwischenalpinen Westalpen (BARTOLI 66) mit Kiefer nahe der Buchen-Trockengrenze. Astragalus monspessulanus, Ononis rotundifolia, Amelanchier ovalis. In der Baronnie (SW-Alpen) Subassoziation mit Androsace chaixii (Waldkiefer, Flaumeiche); ALLIER-BRESSET (80). Sesleria varia-Buchenwald in der Haute Marienne mit Acer opalus, Chrysanthemum corymbosum, Coronilla emerus und Cephalanthera-Arten (BARTOLI 61). Krüppelige Buschwälder (bis 1600 m) in den Cottischen Alpen (BONO-BARBÉRO 76) mit Cotoneaster integerrimus, C. tomentosus, Arcatostaphylos uva-ursi, Daphne alpina; viele thermophile Elemente (Cytisus sessilifolius, Lavandula vera, Orobus vernus).

b) **Buchsbaum-Buchenwald** (Buxo-Fagetum)

Standort (800–1100 m) und Mischvegetation am niederschlagsreichen Alpenrand (Abb. 151) dokumentieren die Stellung zwischen typischem Buchenwald und Flaumeichenwald. Auf mäßig steilen, sonnseitigen Kalkstandorten bildet unter Buche (Linde) Buxus bis 5 m hohe Dickichte. Basiphile Mullhumusarten: Lathyrus vernus, Hedera helix, Daphne laureola, Brachypodium sylvaticum, Orthilia secunda; auch Coronilla emerus, Cornus mas, Helleborus foetidus. An steileren flachgründigen Sonnseiten Übergang zum Buchs-Eichenwald, der an Felsabbrüchen vom baumfreien Buxusgebüsch abgelöst wird (FAURE 68).

c) **Hopfenbuchen-Buchenwald** (Ostryo-Fagetum)

Auf wärmeren und trockeneren Standorten als der Carex alba-Buchenwald stockt die montane, vielfach schattseitige Dauergesellschaft (sonnseitig Hopfenbuchen-Buschwald) auf gering entwikkelten Kalkböden in den südöstlichen Randalpen (westalpin, OZENDA-WAGNER 75). Im mehrschichtigen Buchenmischwald (20–25 m) mit Hopfenbuche, Spitzahorn, Winterlinde, Mehlbeere, Elsbeere charakterisiert Laburnum alpinum. Meso- bis thermophile Mischvegetation; Melittis melissophyllum, Cephalanthera-Arten, Lamium orvala, Actaea spicata. Thermophile Variante mit Lathyrus niger, Fraxinus ornus sowie Flaumeichenwald-Arten. Illyrische Trennarten am slowenischen Alpenrand (WRABER 66): Helleborus macranthus, Hacquetia epipactis, Vicia oroboides.

d) **Karbonat-Eiben-Steilhang-Buchenwald** (Taxo-Fagetum)

Die klimaxnahe Dauergesellschaft stockt tief- bis submontan (500–1300 m) auf frischen bis wechselfeuchten Steilhängen mit lockeren, mäßig wüchsigen (15–20 m), schlecht geformten, buchenreichen Schutzwaldbeständen; Bergahorn, Esche, Tanne, Fichte, Kiefer, Linde. Zweite Bestandesschicht (10 m) mit Eibe und Mehlbeere. Reiche Strauchschicht: Rosa pendulina, Lonicera alpigena, Euonymus latifolia. Heterogene, oft mosaikartige Bodenvegetation: Centaurea montana, Bellidiastrum michelii, Actaea spicata, Calamagrostis varia, Carex flacca, C. ornithopoda, Cypripedium calceolus, Sesleria varia, auch Prenanthes purpurea, selbst Vaccinium myrtillus; lokal Silikat-Ausbildung (ETTER 47, KUOCH 54, MAYER 59, PETERMANN 70, ELLENBERG-KLÖTZLI 72).

3. **Braunerde-Waldmeister-Buchenwald** (Galio odorati-Fagetum s. l.)

Im Zentrum des Fagion gedeihen artenreiche Buchenwälder mit dem größten Anteil an Fagion- und Fagetalia-Arten ohne ausgeprägte Basen- oder Säurezeiger; analog mitteleuropäisches Melico-Fagetum (Abb. 151). Die baumarten- und meist auch straucharme typische Buchenwaldgesellschaft besiedelt submontan (250–600 m), im Osten auch tiefmontan (450–800 m), Hangstandorte mit ausgeglichen frischeren Mull-(Moder-)Braunerden mittlerer bis besserer Basensättigung. Die sehr vitale (30–35 m), gut ausgeformte Buche herrscht vor; gelegentlich Traubeneiche, Hainbuche. Kennzeichnende Mullbodenpflanzen: Galium odoratum, Dentaria bulbifera, Carex sylvatica, Milium effusum, Anemone nemorosa, Pulmonaria officinalis; auch einige Säurezeiger:

Luzula pilosa, Milium effusum, Oxalis acetosella, wenig Moose (Eurhynchium striatum, Catharinaea undulata), lokal Farne, Abb. 151).

Östliche Wienerwald-Ausbildung mit Cyclamen purpurascens, Carex pilosa, Festuca drymeia und Daphne laureola vermittelt zum ungarischen Melitti-Fagetum (LANG 67, ZUKRIGL 73). Subillyrischer Farn-Buchenwald in den Südostalpen (ZUKRIGL 73). Bodensaure Luzula luzuloides-Ausbildung ostalpin (randlich Quercus cerris, MAYER 74) und westalpin (ELLENBERG-KLÖTZLI 72), wobei die differentielle Luzula sylvatica (ostalpin nur hochmontan) den niederschlagsreicheren, westalpinen Standort charakterisiert (reichlich auch Carex brizoides, Athyrium filix-femina (vgl. PETERMANN 70, FREHNER 63). In den Schweizer Nordalpen (ELLENBERG-KLÖTZLI 72) tritt das Asperulo-Fagetum seltener als im Jura auf. Verwandtschaft zum Pulmonario-Fagetum, die meisten Standorte wurden gerodet; vgl. ETTER (43, 47).

a) **Lungenkraut-Buchenwald** (Pulmonario officinalis ssp. obscurae-Fagetum)

Im Vergleich zum Waldmeister-Buchenwald werden etwas wärmere und im Untergrund kalkreichere Standorte (400–800 m, FREHNER 63, ELLENBERG-KLÖTZLI 72) in den Schweizerischen Randalpen (Mittelland) besiedelt. Jahrhundertelang wurden Eiche und Hainbuche durch die Mittelwaldwirtschaft begünstigt. Von Natur sind nur Buche und Esche (gut gedeihend) in der Baumschicht vertreten, auch wärmebedürftige Edellaubbäume wie Feldahorn, Bergulme; gelegentlich Ilex aquifolium. K.: Galium odoratum, Brachypodium sylvaticum, Carex digitata, C. flacca, C. sylvatica, Hedera helix, Lathyrus vernus, Primula elatior. Mehr sonnseitig auf kalkreichem Unterboden Melittis melissophyllum-Ausbildung mit reichlich Sträuchern (Ligustrum vulgare, Viburnum lantana); Polygonatum multiflorum, Mercurialis perennis.

b) **Waldhirsen-Buchenwald** (Milio effusi-Fagetum, FREHNER 63, ELLENBERG-KLÖTZLI 72)

Am Alpenrand (Schweizer Mittelland) werden vereinzelt kühlere und feuchtere Schatthänge (400–1000 m) bei mittlerer Basenversorgung besiedelt. Zur Buche treten als stete Begleiter mit geringer Menge Fichte und Tanne. In der Krautschicht dominieren Athyrium filix-femina,Carex sylvatica, Galium odoratum. Farne (Dryopteris spinulosa, D. filix-mas) und Feuchtigkeitszeiger (Lysimachia nemorum, Geranium) robertianum sind bezeichnend.

c) **Aronstab-Buchenmischwald** (Aro maculati-Fagetum. ELLENBERG-KLÖTZLI 72)

Submontan (350–800 m) kommen vereinzelt am Alpenrand auf frisch-feuchten, steileren Hängen buchenreiche, mit Edellaubbäumen (Bergahorn, Esche) angereicherte Bestände vor. Kennzeichnende Feuchtezeiger: Allium ursinum, Dryopteris filix-mas, Primula elatior; daneben Carex sylvatica, Galium odoratum, Hedera helix, Lamiastrum galeobdolon; ferner Carex brizoides, Stachys sylvatica. Vielfach stocken auf diesen Standorten heute Eichen-Hainbuchenbestände als Folge der früheren Mittelwaldwirtschaft. Eichen-Hainbuchenwälder auf feuchten Böden fehlen in der Schweiz, da Esche und Edellaubbäume vital dominieren. Der größere Niederschlagsreichtum des Schweizer Alpenrandes und der höhere Basengehalt der jüngeren Böden erklären das Fehlen des Eichen-Hainbuchenwaldes.

4. Silikat-Hainsimsen-Buchenwald (Luzulo-Fagetum s. l.)

Die artenarme Gruppe mit nur vereinzelten Fagion-Arten und reichlichen Säurezeigern charakterisiert die Buche. Je nach Höhenlage mischen sich Kiefer bzw. Eiche (gelegentlich Tanne), im Süden noch Edelkastanie ein (ZUKRIGL 73). Trotz Artenarmut besteht eine deutliche geographische Differenzierung:

- ostalpine subkontinentale Ausbildung mit Luzula luzuloides,
- nordwestalpine subkontinentale Ausbildung mit Luzula sylvatica bei niederschlagsreicherem Klima,
- südalpine (submediterrane) Ausbildung mit Luzula nivea.

a) Ostalpiner Hainsimsen-Buchenwald (Luzulo luzuloidis-Fagetum)

Diese landschaftsbeherrschende Gesellschaft der mitteleuropäischen Tieflagen auf bodensauren Silikatgesteinen kommt im Nordwesten (400–1350 m) montan und in den Nordostalpen submontan (300–500 m) und im Südosten tiefmontan (500–800 m) auf Hängen mit mäßig trockenen bis mäßig frischen, stark sauren, oft podsolierten Moderhangbraunerden vor. Den mittel- bis besserwüchsigen Sauerhumus-Buchenwäldern (25–30 m) ist Traubeneiche beigemischt (Birke und Kiefer anthropogen bedingt), Fichte und Tanne bei entsprechenden Kontaktgesellschaften. Dürftige Strauchschicht: Frangula alnus, Sorbus aucuparia. In der artenarmen Krautschicht, meist ohne Fagion-Arten, dominieren Säurezeiger: Avenella flexuosa, Carex pilulifera, Veronica officinalis, Hieracium sylvaticum, Pteridium aquilinum, lokal Vaccinium myrtillus, Melampyrum pratense, Polytrichum formosum, Hypnum cupressiforme.

Geographische Ausbildung: Wienerwald (Lang 67) mit Quercus cerris, Festuca drymeia; Alpenostrand (Csapody 64) mit Lembotropis nigricans, Castanea sativa. Südostalpin (Zukrigl 73) mit Chamaecytisus supinus, Pulmonaria stiriaca; auf Serpentin im Südosten mit Poa stiriaca; und in den Slowenischen Randalpen mit Euphorbia carniolica (Marinček 70). Ausbildungen mit Calamagrostis arundinacea, Molinia coerulea, Blechnum spicant und Luzula sylvatica. Im Nordwesten auch Ilex (Lang 67, Zukrigl 73, Mayer 74).

b) Waldhainsimsen-Buchenwald (Luzulo sylvaticae-Fagetum typicum, Ellenberg-Klötzli 72)

In den Schweizer Nordalpen (400–1350 m) treten Luzula sylvatica und luzuloides gemeinsam auf. Die subatlantische Ausbildung kennzeichnen außerdem Galium odoratum, Viola reichenbachiana, Atrichum undulatum, Dicranum scoparium, Hylocomium splendens; farnreiche Ausbildung. Ausbildung mit Ilex aquifolium und Teucrium scorodonia (Frehner 63). Eine analoge Gesellschaft bildet in den südlichen Randalpen bei 1700 m die Waldgrenze (Mayer-Hofmann 69). Kleinflächig an sonnseitigen, stark verhagerten, konvexen Hängen (400–800 m) eine geringwüchsige Leucobryum glaucum-Untergesellschaft mit Kiefer und Traubeneiche (Dicranella heteromalla, Isopterygium elegans).

c) Südalpiner Schneehainsimsen-Buchenwald (Luzulo niveae-Fagetum, Ellenberg-Klötzli 72)

Er besiedelt im Tessin montan (600–1550 m) alle Expositionen. Zur Buche gesellen sich regelmäßig Sorbus aria et aucuparia; ferner Fichte, Tanne, Bergahorn, Birke. Bezeichnende Bodenvegetation: Anthoxanthum odoratum, Calamagrostis arundinacea, Avenella flexuosa, Luzula sylvatica, Vaccinum myrtillus, Polytrichum formosum; Rhododendron ferrugineum lokal dominierend. Farnreiche Ausbildung im Tessin an frisch-feuchten Schattseiten (750–1600 m); Athyrium filix-femina, Dryopteris filix-mas, D. spinulosa, Gymnocarpium dryopteris; auch Rhododendron ferrugineum, Vaccinium myrtillus, Carex brizoides. Hierher gehört noch der seltene **Knotenfuß-Buchenwald** (Streptopo amplexifolii-Fagetum, Ellenberg-Klötzli 72), der feuchter und basenreicher als der Farn-Buchenwald ist (1000–1500 m). Die kraut- und hochstaudenreiche Ausbildung leitet zu den Braunerde-Buchenwäldern über. Neben Luzula nivea et sylvatica und Farnen fallen auf: Petasites albus, Peucedanum ostruthium, Polygonatum verticillatum, Prenanthes purpurea, Ranunculus aconitifolius, Senecio fuchsii.

Rhododendron ferrugineum-Waldgrenzen-Buchenwald (1400–1700 m) in niederschlagsreichen Tälern der Südwestalpen auf Silikatunterlage mit Alnus viridis, Sorbus chamaemespilus, Acer pseudoplatanus und Cytisus alpinus sowie Hochstauden. Verwandtschaft besteht zum Bergahorn-Buchenwald und Grünerlengebüsch (Barbéro-Bono 70). Submontane reliktische Ausbildung mit Cytisus nigricans und Quercus cerris in den Südwestalpen (Gensac 67, Montachini 72) und Südostalpen (Hofmann 69).

5. Bergahorn-Buchenwald (Aceri-Fagetum, Abb. 149, 151)

Die hochstaudenreiche Gesellschaft besiedelt in den nördlichen Westalpen schneereiche, meist schattseitige Standorte bis zur Waldgrenze (1000–1600 m), in den nördlichen Ostalpen kleinflächiger hochmontan (–1500 m), meist von tiefsubalpinen Fichtenwäldern überlagert. Auf steilen Hängen mit sehr hangfrischen Kalksteinbraunlehmen bis Mull-Braunerden sind die mäßig wüchsigen Buchen- und Bergahorn-Mischbestände (15–25 m) meist durch Schneeschub säbelwüchsig; starker Usnea-Behang. Nadelbäume kümmern. Reiche Strauchschicht: Rosa pendulina, Lonicera alpigena, teilweise Alnus viridis. Charakteristisch ist eine wuchernde, farnreiche Hochstaudenflur mit Adenostyles alliariae, Rumex arifolius, Cicerbita alpina, Athyrium filix-femina, Dryopteris filix-mas, Poa hybrida, Chaerophyllum villarsii, Ranunculus aconitifolius, Achillea macrophylla (Westen), auch Aruncus dioicus, Aconitum vulparia, Geranium sylvaticum, Streptopus amplexifolius (Pfadenhauer 69). Südostalpin-illyrisch (Zukrigl, 73, Županičić 67) kennzeichnen Vicia oroboides, Anemone et Cardamine trifolia, Dentaria pentaphyllos. In den mittleren und östlichen Ostalpen ist die Gesellschaft nur fragmentarisch (Carex ferruginea, wenig Hochstauden) entwickelt (Mayer 59). Lokal gedeihen typische Ahorn-Pioniergesellschaften (Ahornböden, Czell-Schiechtl-Stauder-Stern 66). Im Südalpenraum (Cuneo, Barbéro-Bono 70) kennzeichnen Cirsium erisithales, Asperula taurina, auch noch Mehlbeere, Feldahorn, Geranium nodosum, Coronilla emerus. Diesen subalpinen (1400–1600/1700 m) Buchen-Bergahornwald, der in den Ligurischen Alpen teilweise die Waldgrenze bildet, charakterisiert Trochiscanthes nodiflorus. Nordwestfranzösische Hochstaudenausbildung (1400–1600 m) mit Hordelymus europaeus, Polystichum aculeatum (Richard 70).

II. Tannen-Buchenwald (Abieti-Fagetum s. l., Abb. 150)

Verbreitung: Der randalpine Tannen-Buchenwald bildet in den nördlichen Schweizer Alpen eine montane Höhenstufe (800–1400 m). In den mittleren Ostalpen ist die Gesellschaft weiter verbreitet (600–1400 m), Fichte und teilweise Lärche prägen zusätzlich die Gesellschaft, die weit in das Alpenvorland hinausreicht. In Oberösterreich besteht unmittelbarer Kontakt zum herzynischen Fichten-Tannen-Buchenwald. Am Südostalpenrand, wo teilweise der Buchenwald bis zur Waldgrenze dominiert, bilden sich vornehmlich auf Schattseiten hochmontane (1000–1400/1900 m), mischungslabile Tannen-Buchenwälder; keine durchgehende Höhenstufe. In den Südwestalpen sind südlich der Col-Linie Tannen-Buchenwälder ohne Fichte in den Randalpen kleinflächig und fragmentarisch entwickelt und fehlen in den südlichen Meeralpen, mit Ausnahme schluchtiger Dauergesellschaften (Forêt de Turini).

Standort: (Abb. 152) In den niederschlagsreichen, subatlantisch getönten, nördlichen Randalpen tritt die klimabedingte Schlußwaldgesellschaft unabhängig von der geologischen Unterlage auf. Bei trockenerem, subkontinentalem Klimacharakter in den angrenzenden Zwischenalpen kommen Fichten-Tannen-Buchenwälder nur noch auf laubbaumfördernden, basenreichen Grundgesteinen vor. Diese geologisch differenzierte Verbreitung in den Zwischenalpen zeichnet sich bereits im randalpinen Gesellschaftsoptimum ab, nachdem Fagus-Varianten auf laubbaumfördernden Gesteinen und Abies-Picea-Varianten auf nadelbaumfördernden bodensauren vorkommen (Kuoch 54, Mayer 59, 63). Zu den regional laubfördernden Unterlagen zählen basen- und kalkreiche Gesteine, die sich zu Rendzinen, Kalksteinbraunlehmen bzw. gut durchlüfteten

Höhenstufen	Laubbaumfördernde Karbonat-Gesteine	Nadelbaumfördernde Silikat-Gesteine	Alpengebiet
hoch-montan tief-	FICHTEN-TANNEN-BUCHENWALD Buchen.-Variante	(FICHTEN-TANNENWALD) Fichten-Tannen-Variante	Randalpen
hoch-montan tief-	Fichten-Tannen-Variante FICHTEN-TANNEN BUCHENWALD Buchen-Variante	Fichten-Variante FICHTEN-TANNENWALD Buchen-Tannen-Variante	Rand- und Zwischenalpen-Übergangsbereich
hoch-montan tief-	Tannen-Buchen-Variante (FICHTEN-TANNEN-BUCHENWALD)	Fichten-Variante FICHTEN-TANNENWALD	Zwischenalpen

Abb. 152: Einfluß von geologischer Unterlage, Meereshöhe und Klimacharakter auf das Vorkommen tannenreicher Schlußwaldgesellschaften in den nördlichen und östlichen Ostalpen (aus MAYER 63).

Braunerden entwickeln. Nadelbaumfördernde Unterlagen umfassen kalkarme Gesteine, die sehr saure, tonig verwitternde, ziemlich feinerdereiche Böden mit stärkerer Podsolierungsneigung oder extremerem feuchterem Wasserhaushalt ergeben.

Aufbau: Den ostalpinen Tannen-Buchenwald kennzeichnet eine gesellschaftsprägende, natürliche Fichtenbeimischung, während süd- und westalpin die Fichte nur schwach beigemischt ist und örtlich fehlt. In der wüchsigen Gesellschaft ist im Alter Fichte stets der Tanne und sind beide Nadelbäume der Buche vorwüchsig. Im Artengefüge mischen sich wechselnd Nadel- und Laubwaldarten. Wichtigste Fichten-Tannen-Buchenwaldarten auf reichen Böden: Prenanthes purpurea, Veronica urticifolia, Sanicula europaea, Mercurialis perennis, Daphne mezerum, Polystichum aculeatum, Epilobium montanum. Meist reichlich Arten submontaner Laubwälder: Lamiastrum galeobdolon, Dryopteris filix-mas, Phyteuma spicatum, Carex sylvatica, Lysimachia

nemorum. Mit wechselnder Menge regelmäßig Arten tiefsubalpiner Fichtenwälder und fichtenreicher Nadelwälder: Luzula luzulina, Vaccinium myrtillus, Blechnum spicant und Sauerhumuszeiger. Von der Buchenhauptverbreitung her gesehen bildet der tannenreiche Buchenwald nur eine relativ schmale Höhenstufe bzw. eine Randzone, so daß für das außeralpine Mitteleuropa vielfach eine eigene Gesellschaft entbehrlich ist (Ellenberg 78).

Ostalpin belegen die deutliche Eigenständigkeit des Abieti-Fagetum: Wesentliche floristische Unterschiede, charakteristische Zonierung montaner Gesellschaften, großflächige Ausdehnung, deutliche Standorts- und Klimaunterschiede, abweichende Genetik. Soziologisch-ökologisch heben sich eine artenärmere bodensaure Luzula-Gruppe, eine intermediäre Asperula-Gruppe und eine artenreiche, basische Adenostyles glabra-Gruppe ab (Abb. 153).

Geographische Untergliederung in den Ostalpen (Zukrigl 73, Mayer 74)

- nordwestalpine typische Ausbildung mit Aposeris foetida bis in den Salzburger Raum,
- nordostalpine Helleborus niger-Ausbildung mit Cyclamen purpurascens,
- südalpine Poa stiriaca-Ausbildung (Senecio ovirensis, Vicia oroboides),
- südalpin-illyrische Anemone trifolia-Ausbildung mit Hacquetia epipactis, Lathyrus laevigatus, Lamium orvala, Dentaria pentaphyllos.

In den **Westalpen** ist für viele Tannen-Buchenwälder Dentaria heptaphylla (auch Dentaria polyphylla), meist gemeinsam mit D. pentaphyllos bezeichnend, während Dentaria enneaphyllos einen ostalpinen Schwerpunkt hat. Für die nördlichen Meeralpen kann Trochiscanthes nodiflorus als geographische Trennart gewertet werden (Barbéro-Bono 70).

1. Karbonat-Alpendost-(Fichten-)Tannen-Buchenwald (Adenostylo glabrae-Abieti-Fagetum)

a) Typischer Karbonat-Fichten-Tannen-Buchenwald

Geologisch bedingt herrscht der Kalk-(Fichten-)Tannen-Buchenwald vor. In den Nordostalpen (700–1300 m) ist an schattseitigen Hängen (südalpin hochmontan, 1000–1500 m); ebenfalls westalpin (850–1350 m) die artenreiche Gesellschaft auf nachhaltig frischen, stark verbraunten Dolomit-Rendzinen bis Kalksteinbraunlehm verbreitet. Buche und Tanne, Fichte, teilweise auch Kiefer, ostalpin Lärche, erreichen gute Wuchsleistungen (25–35/40 m), vereinzelt Bergahorn, Bergulme. Die kraut- und grasreiche, mäßig moosreiche Bodenvegetation kennzeichnen Kalkschuttbesiedler: Valeriana tripteris et montana, Gymnocarpium robertianum), einzelne Rasenelemente (Aster bellidiastrum, Ranunculus montanus), Wechseltrockenzeiger (Carex flacca, Calamagrostis varia), ferner Laubwaldarten (Galium odoratum, Lamiastrum galeobdolon, Salvia glutinosa), auch bodenfrische Zeiger (Lysimachia nemorum, Veronica montana), fleckenweise Moose (Ctenidium molluscum, Tortella tortuosa), häufig Melica nutans; ostalpin Cyclamen purpurascens und Dentaria enneaphyllos (Urwald Rothwald, Zukrigl-Eckhart-Nather 63, Mayer-Neumann-Schrempf 79).

Abb. 153: Gliederung der montanen Schlußwaldgesellschaften (Fichten-Tannen-Buchenwald, Fichten-Tannenwald, montaner Fichtenwald) in eine bodensaure Luzula-Gruppe, eine intermediäre Oxalis-Asperula-Gruppe und eine bodenbasische Adenostyles glabra-Gruppe, die nach dem Wasserhaushalt weiter differenziert sind. Auf den nach Bodenreaktion und Wasserhaushalt analogen Standorten treten vergleichbare Untereinheiten auf, z. B. Fichten-, Tannen- und Buchenwald mit Luzula albida (luzuloides). Die Artennamen repräsentieren Untereinheiten; Ostalpen (Mayer 74).

saurer ⟷ basischer

INNERALPINER MONTANER FICHTENWALD PICEETUM MONTANUM

	saurer		basischer
trockener	VACCINIO-PINETUM		ERICO-PINETUM
	vaccinietosum	TILIETUM	seslerietosum variae
↑	calamagrostietosum villosae		calamagrostietosum variae
	luzuletosum niveae	melicetosum	caricetosum albae
	LUZULO-PICEETUM M.	OXALI-PICEETUM M.	ADENOSTYLO-GLABRAE PICEETUM M.
	luzuletosum albidae	galietosum	typicum
↓	myrtilletosum	dryopteridetosum	luzuletosum sylvaticae
	PICEETUM SUBALPINUM		ABIETETUM
feuchter	(sphagnetosum)	alnetosum incanae	((adenostyletosum alliariae))
	SPHAGNO-MUGETUM	ALNETUM INCANAE	ALNETUM VIRIDIS

ZWISCHENALPINER FICHTEN-TANNENWALD ABIETETUM

	saurer		basischer
trockener	VACCINIO-PINETUM	MOLINIO-PINETUM	ERICO-PINETUM
	pinetosum sylvestris	ORNO-OSTRYETUM	
	calamagrostietosum		
↑	villosae	arundinaceae	variae
	luzuletosum niveae albidae	festucetosum altissimae	aricetosum albae
	LUZULO-ABIETETUM	OXALI-ABIETETUM	ADENOSTYLO GLABRAE ABIETETUM
	myrtilletosum	elymetosum cardaminetosum T.	typicum luzuletosum sylvaticae
↓	blechnetosum	dryopteridetosum	
	PICEETUM MONTANUM	EQUISETO-ABIETETUM	DENTARIO-ABIETETUM
feuchter	sphagnetosum	petasitetosum	adenostyletosum alliariae
	SPHAGNO-PICEETUM	ALNETUM INCANAE-VIRIDIS	ACERETUM

RANDALPINER FICHTEN-TANNEN-BUCHENWALD ABIETI-FAGETUM

	saurer		basischer
trockener	VACCINIO-	MOLINIO- P I N E T U M	ERICO-
	QUERCO-ABIETETUM	TAXO-FAGETUM	SESLERIO-PICEETUM
			seslerietosum variae
↑	calamagrostietosum arundinacea		c. variae
		FAGUS-VARIANTEN	
	luzuletosum niveae albidae	festucetosum altissimae	caricetosum albae
	LUZULO-ABIETI-FAGETUM	ASPERULO-ABIETI-FAGETUM	ADENOST. GLABRAE-ABIETI-FAGETUM
	luzuletosum sylvaticae	elymetosum cardaminetosum	luzuletosum sylvaticae
	PICEA-ABIES-VARIANTEN		caricetosum ferruginei
↓	dryopteridetosum	allietosum	
	MYRTILLO-ABIETETUM	petasitetosum	adenostyletosum alliariae
feuchter	sphagnetosum		ACERI-FAGETUM
	SPHAGNO-PICEETUM / MUGETUM	ALNETUM INCANAE	ACERI-FRAXINETUM

saurer ⟷ basischer

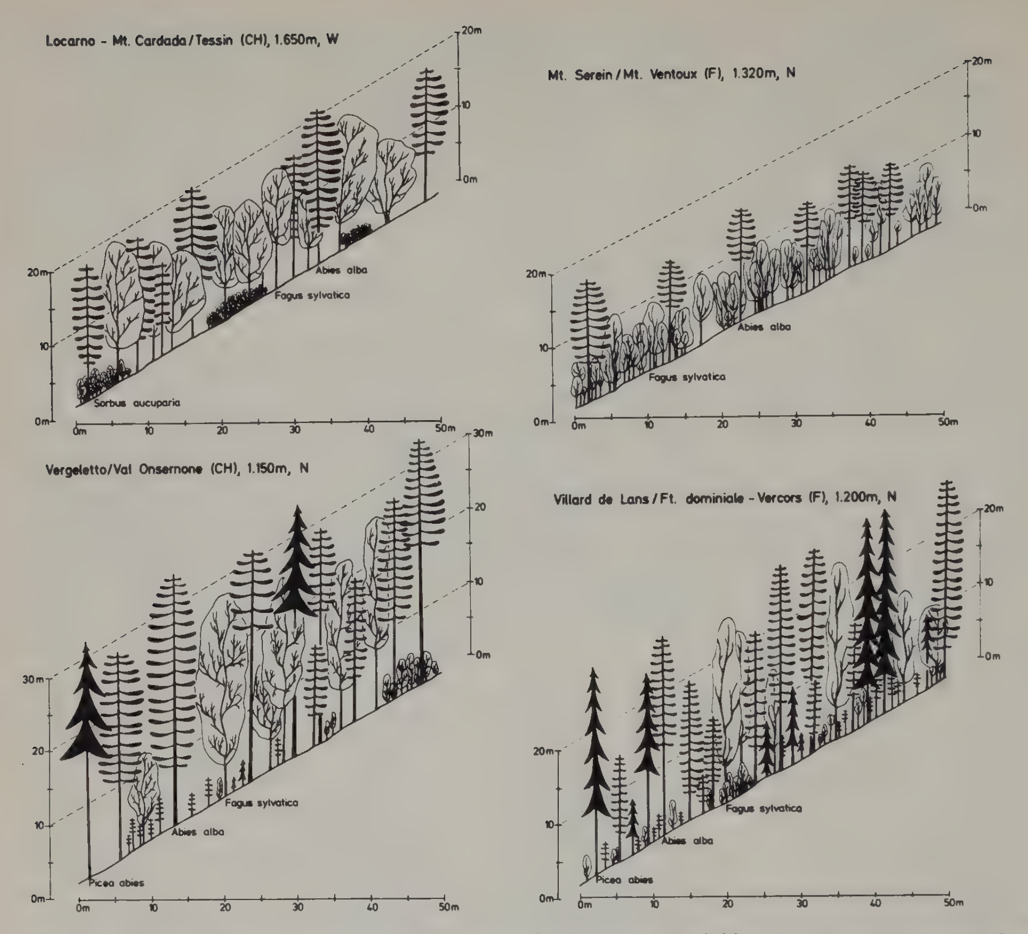


Abb. 154: (Fichten-)Tannen-Buchenwald. Fichtenfreie hochmontane Ausbildung im Tessin (Locarno) mit Luzula nivea/sylvatica auf Silikat. Die geringwüchsige Arealrandausbildung am Mt. Ventoux mit Luzula sylvatica stockt auf Kalk. Der Fichten-Tannen-Buchenwald mit Luzula nivea im Vercors siedelt nahe der Fichten-Arealgrenze. Am wüchsigsten ist das schattseitige Abieti-Fagetum festucetosum altissimae im Val Onsernone.

Im bodenfrischen Abieti-Fagetum typicum (Ellenberg-Klötzli 72) der nördlichen **Schweizer Alpen** treten Feuchtigkeitszeiger stärker hervor: Dryopteris filix-mas, Polygonatum verticillatum, Primula elatior (Adenostyles alliariae, Hordelymus europaeus); westalpin differenzieren Potentilla sterilis, Valeriana versifolia neben Dentaria heptaphylla. Aruncus dioicus und Petasites albus belegen den feuchteren Gesamtstandort. Weitgehend ähnlich der Kalk-Tannen-Buchenwald (25–40 m) mit Dentaria heptaphylla et pentaphyllos. In den Savoyer Randalpen (Tregubov 59) auch Calamintha grandiflora neben Aruncus dioicus; Luzula sylvatica-Ausbildung (Abb. 154).

b) **Weißseggen-Tannen-Buchenwald** (Adenostylo glabrae-Abieti-Fagetum caricetosum albae)

Am nördlichen Ostalpenrand tiefmontan-montan (600–1100 m) auf warm-trockenen Dolomit-Hängen verbreitet sind auf wechseltrockenen Rendzinen Buche, Fichte und Tanne mäßig und Lärche (30–35 m) gut ausgeformt. Artenreiche Strauchschicht: Sorbus aria, Lonicera alpigena,

Euonymus latifolia, gelegentlich Eibe. Typisches Vegetationsmosaik mit Trockenzeiger: Carex flacca, Calamagrostis varia, Cephalanthera longifolia, C. damasonium, Aquilegia atrata; Carex digitata, Melica nutans, auch Rubus saxatillis, Sesleria varia, Melittis melissophyllum. Föhrenwaldarten auf flachgründigen Stellen (Erica carnea, Polygala chamaebuxus), Felsspezialisten (Asplenium viride, Moehringia muscosa) und Schuttzeiger (Valeriana tripteris) sind nicht selten; an frischen Kleinmulden mehr Buchenwaldarten (Mercurialis, Sanicula, Neottia). Im Nordosten kennzeichnen Helleborus niger, Cyclamen purpurascens, Daphne laureola, im Südosten Poa stiriaca (Zukrigl 73). Hochmontane Carex ferruginea-Ausbildung.

2. Braunerde-Waldmeister-Tannen-Buchenwald (Galio odorati-Abieti-Fagetum)

Die zentrale Gruppe umfaßt artenreiche Gesellschaften. Tanne (Fichte), Buche bilden meist mit Bergahorn, Bergulme und Esche angereicherte wüchsige Mischwälder mit Buchen- und Tannen-Varianten bei geringen Standortsunterschieden. Mit größerer Menge Galium odoratum, Dentaria bulbifera, Hordelymus europaeus, Lamiastrum galeobdolon Nadelwaldarten zurücktretend. Aus den intermediären Gesteinen entwickeln sich überwiegend Braunerden (Mischböden) von mittlerer bis besserer Basensättigung bei ausgeglichenem Wasserhaushalt.

a) Tannen-Buchenwald mit Waldgerste (Galio odorati-Abieti-Fagetum elymetosum europaei)

Die zentrale montane Einheit kommt nordalpin (600–1400 m), nordostalpin (600–1100 m) und westalpin (1000–1300 m) vor. Typisch entwickelt auf muldigen Schattseiten mit tonig verwitternden Kalken und Mergeln auf sehr frischen Mull-Braunerden. Buche, Tanne und Fichte mit optimalem Wuchs (28–35/40 m) und guter Ausformung. Kennzeichnend: Laubwaldarten-Dominanz, Carex sylvatica, Lysimachia nemorum, Sanicula europaea, Galium odoratum, Pulmonaria officinalis und Lehmzeiger (Dentaria bulbifera). Die meisten Standorte sind gerodet, da es sich um ausgezeichnete landwirtschaftliche Wiesen- und Ackerböden handelt.

b) Tannen-Buchenwald mit Schaumkraut (Galio odorati-Abieti-Fagetum cardaminetosum trifoliae)

In der leistungsfähigen (28–36 m) montan-hochmontanen Gesellschaft auf frischen Braunerden mit Fichte, Tanne, Buche, Bergahorn treten reichlich Laubwaldarten (Sanicula europaea, Galium odoratum, Symphytum tuberosum) auf, im Osten noch Helleborus niger und Dentaria enneaphyllos. Bei Verebnungen dringen Nadelwaldarten (Vaccinium myrtillus, Dryopteris dilatata, Homogyne alpina) ein. Soldanella hungarica-Ausbildung am Alpenostrand. Die Blechnum spicant-Lycopodium annotinum-Ausbildung im Urwald Rothwald mit 40–50 m hohen Tannen und Fichten (Buche bis 30 m) ist ungewöhnlich wüchsig (Zukrigl 73).

c) Farnreicher Tannen-Buchenwald (Abieti-Fagetum polystichetosum aculeati, Ellenberg-Klötzli 72)

Steile montane Schatthänge (750–1400 m) in den nördlichen Schweizer Alpen besiedeln farnreiche Tannen-Buchenwälder (Bergahorn, Esche) mit üppigen Stauden und vielen Farnen (Dryopteris filix-mas, D. dilatata, Athyrium filix-femina). Adenostyles alliariae und Oxalis acetosella dominieren oft, ferner Carex sylvatica, Prenanthes pupurea, Primula elatior, Saxifraga rotundifolia. Den feuchten, subatlantischen Gesamtstandort belegen Dentaria polyphylla, Luzula sylvatica, Petasites albus.

d) **Tannen-Buchenwald mit Rädchenblüte** (Abieti-Fagetum trochiscanthetosum nodiflori, Barbéro-Bono 70, Allier-Bresset 80)

Eine Sonderstellung nimmt diese Einheit aus den nördlichen Meeralpen ein, die auf Schattseiten (800/950–1400/1900 m) Kalksteinbraunlehmböden bis basenreiche Braunerden besiedelt. Tanne dominiert im Buchengrundbestand, Fichte fehlt. Übergang zum analogen Abietetum, Verwandtschaft zu Dentario-Fagetum, Ilex aquifolium, selbst Buxus. Den südwestalpinen Standort charakterisieren: Geranium nodosum, Luzula pedemontana, Scilla italica, Doronicum cordatum, Asperula taurina. Ferner bezeichnend Saxifraga cuneifolia, Galium aristatum, Melampyrum nemorosum, Campanula latifolia.

Ostalpiner Waldgesellschaftskomplex mit Festuca altissima (Abb. 154), Allium ursinum, Stellaria nemorum (Zukrigl 73), Petasites albus (hochmontan, bodenfrisch), Adenostyles alliariae (hochmontane Hochstauden-Einheit), Helleborus viridis (südostalpin, Mayer-Hofmann 69). Bei anthropogenem Einfluß dringen Nadelwaldarten ein (Galium rotundifolium, Hieracium sylvaticum, Dicranum scoparium, wenig Heidelbeere). Solche Zustandsformen (bayerisches Flyschgebiet) lassen sich mit den Ausgangseinheiten von Hordelymus, Festuca und Cardamine vergleichen. **Westalpiner Gesellschaftskomplex** in den Savoyer Alpen (siehe Tregubov 59).

3. Silikat-Hainsimsen-Fichten-Tannen-Buchenwald (Luzulo-Abieti-Fagetum)

Diese spärlicher verbreitete Silikat-Gruppe umfaßt artenarme bodensaure Gesellschaften mit hervortretenden Nadelbäumen. In der krautarmen, aber moosreichen Bodenvegetation gedeihen nur wenige Tannen-Buchen- und Laubwaldarten mit größerer ökologischer Amplitude (Prenanthes purpurea, Phyteuma spicatum, Epilobium montanum). Reichlich finden sich Nadelwaldarten und Sauerhumuszeiger (Luzula-Gruppe, Galium rotundifolium, Vaccinium myrtillus, Hylocomium splendens). Es überwiegen teilweise podsolige Moder-Braunerden mit geringerer Basensättigung.

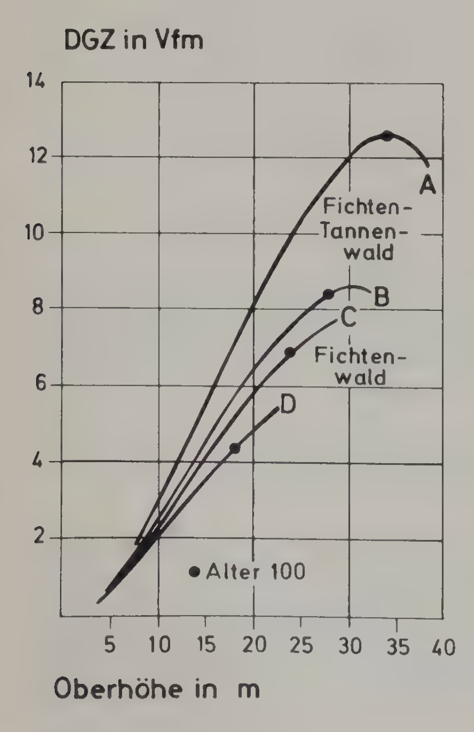


Abb. 155: Entwicklung des durchschnittlichen jährlichen Gesamtzuwachses (dgz) des mittleren Ertragsniveaus in Abhängigkeit von der Oberhöhe im Fichten-Tannen-Buchenwald (A–B, vorwiegend Galio-Abietetum) und im Fichtenwald (C–D, vorwiegend Bazzanio-Piceetum, nach Pfadenhauer 75).

Arealgeographische Ausbildung:

- ○ Luzula sylvatica-Einheit mit zurücktretender bis fehlender L. luzuloides in den Westalpen,
- ○ Luzula luzuloides-Einheit überwiegend ohne L. sylvatica in den Ostalpen,
- ○ Luzula nivea-Einheit mit Schwerpunkt in den Südalpen und nördlichen Föhntälern, teilweise mit L. luzuloides und bzw. oder L. sylvatica.

a) Tannen-Buchenwald mit Waldsimse (Abieti-Fagetum luzuletosum sylvaticae, Ellenberg-Klötzli 72)

Die montane (850–1300/1400 m), typisch westalpine Einheit (Abb. 154), ostalpin nur mittel- bis hochmontan, besiedelt steilere Hänge und Oberhänge auf bodensauren Muttergesteinen mit frischeren, mäßig podsolierten Braunerden (Abb. 154). Tanne (35 m) und Buche (30 m), im Osten auch Fichte, sind wüchsig. Artenarme Bodenvegetation, Luzula sylvatica (ostalpin ssp. sieberi); westalpin Hordelymus europaeus, Festuca altissima, Phyteuma spicatum, Sanicula europaea; ostalpin nur Prenanthes purpurea und Epilobium montanum stet. Ferner säuretolerante Arten: Vaccinium myrtillus, Hieracium sylvaticum, im Osten auch Thelypteris limbosperma und Galium rotundifolium. In der artenreichen Moosschicht sind im Westen häufiger Eurhynchium striatum, Thuidium tamariscinum, Hylocomium splendens; im Osten Polytrichum formosum, Rhytidiadelphus loreus, Dicranum scoparium (Abb. 154, 155).

b) Tannen-Buchenwald mit Hainsimse (Abieti-Fagetum luzuletosum luzuloidis)

Die in den Ostalpen (Mayer 74, Zukrigl 73) weit verbreitete Gesellschaft kommt im Norden tiefmontan (500–900 m) und im Südosten mittelmontan (800–1400 m), an steilen Hängen mit schwach podsolierten, mäßig trockenen Moder-Hangbraunerden vor. In der mittelwüchsigen Gesellschaft (23–32 m) sind gutgeformte Kiefern und Lärchen eingesprengt. Bezeichnende Bodenvegetation: Avenella flexuosa, Scrophularia nodosa, Hieracium sylvaticum. Nur Laubwaldarten mit größerer ökologischer Amplitude: Prenanthes purpurea, Veronica urticifolia, Epilobium montanum, Mycelis muralis. Ausbildungen mit Vaccinium myrtillus (natürliche Verarmungsphasen), Festuca altissima und Dryopteris (Zukrigl 73).

c) Tannen-Buchenwald mit Schneehainsimse (Abieti-Fagetum luzuletosum niveae)

In den südlichen Ost- und Westalpen, auch französische Südalpen, stocken montan (900–1700 m) auf bodensauren Standorten Tannen-Buchenwälder mit artenarmer Bodenvegetation: Luzula sylvatica. Vaccinium myrtillus, ferner hochmontane Arten: Calamagrostis villosa, Homogyne alpina, selbst Rhododendron ferrugineum. In der Regel fehlt Fichte (Abb. 154). Kontakt zum Luzulo niveae-Fagetum.

III. (Fichten-)Tannenwald (Abietetum) (Abb. 150, 153)

Aufbau: Tanne und Fichte bauen ostalpin die oft sehr fichtenreiche Gesellschaft auf. In den Westalpen dominiert Tanne, da Fichte gegen Westen zurücktritt. Gegen die Südalpen und auch am Südostalpenrand bleibt Fichte aus, so daß reine Tannenwälder entstehen. Dem (Fichten)-Tannen-Wald, mit teilweiser nebenständiger Buche, fehlen Charakterarten, wenn man von der gesellschaftsprägenden Tanne in ihrem ökologischen Optimum absieht. Kennzeichnendes Artengruppengefüge von Fichtenwaldarten und typischen Nadelwaldbegleitern (Vaccinium myrtillus,

Homogyne alpina) sowie Buchenwald- und Laubwaldarten (Prenanthes purpurea, Lamiastrum galeobdolon), wobei Kennarten mit engerer soziologischer Amplitude (Listera cordata oder Carex sylvatica) seltener auftreten. Soziologisch-ökologisch lassen sich drei Gesellschaftsgruppen auf Kalk, Silikat und intermediären Gesteinen unterscheiden (Abb. 152).

Verbreitung: Die montanen (Nordalpen 400–1400 m, Südalpen 600–1650/1900 m) Tannen-Klimaxwälder besiedeln die buchenfreien subkontinentalen Zwischenalpen zwischen dem randalpinen Tannen-Buchenwald und dem inneralpinen montanen Fichtenwald. Die zwischenalpine Tannen-Zone ist in den Ostalpen (Mayer 63, 74) charakteristisch entwickelt, in den Westalpen kleinflächig und unzusammenhängend mit Relikten in den Innenalpen (Vintschgau, Wallis, Briançonnais). Das Abietetum auf Schattseiten alterniert mit dem montanen Fichtenwald bzw. Kiefernwald auf Sonnseiten (Tonnel 74, Ozenda 66). In den meernahen Südalpen, wo subalpiner Fichtenwald und Lärchen-Zirbenwald ausbleiben, bilden Tannenwälder die subalpine Waldkrone (bis 1900/2000 m). Tannenwälder treten zudem als kleinflächige Dauergesellschaften an randalpinen und submontanen Spezialstandorten auf, welche Buche ausschließen.

1. Silikat-Hainsimsen-Fichten-Tannenwald (Luzulo-Abietetum)

Die vorherrschende acidophile Gruppe kennzeichnen reichlich eindringende Fichtenwaldarten (Homogyne-Gruppe) und nur wenige Laubwaldarten mit weiterer ökologischer Amplitude (Prenanthes purpurea). Ostalpin herrscht Fichte vor, westalpin auch fichtenfreie Tannenwälder. Nähere Verwandtschaft besteht zum Fichtenwald durch artenarmen, moosreichen Vaccinio-Piceion-Charakter. Durchwegs werden stärker bodensaure, basenärmere, silikatische Unterlagen mit podsoligen Moderbraunerden bis Semipodsolen besiedelt.

Geographische Untergliederung: Analog zum Tannen-Buchenwald kennzeichnen im Nordosten: Luzula luzuloides, Nordwesten: Luzula sylvatica, Südalpen: Luzula nivea, in den Südwestalpen: Festuca flavescens und Cytisus alpinus.

a) Fichten-Tannenwald mit Hainsimse (Abietetum luzuletosum luzuloidis)

In den nördlichen und östlichen Zwischenalpen der Ostalpen sowie am Südabfall der Hohen Tauern kann sich auf mäßig trockenen bis mäßig frischen Podsol-Braunerden in den mittelwüchsigen Mischbeständen (25–32 m) die gut ausgeformte Lärche als stete Mischbaumart in den Hanglagen halten. Neben Luzula luzuloides-Dominanz kennzeichnen Säurezeiger (Avenella flexuosa, Melampyrum pratense) besonders in der Moosschicht: Dicranum scoparium, Hylocomium splendens, Rhytidiadelphus triquetrus. Untergesellschaften mit Vaccinium myrtillus (Podsol-Braunerden, Tregubov 59), Blechnum spicant (vergleyte Podsolböden), Sphagnum (Kontakt mit Fichten-Moorrandwald).

b) Fichten-Tannenwald mit Schneehainsimse (Abietetum luzuletosum niveae)

In dieser typischen südalpinen Schlußwaldgesellschaft (Ostalpen 650–1900 m, Tessin 800–1700 m, Südwestalpen 1450–1950 m) ist bei wechselnd vorherrschender Fichte und Tanne in den Steilhängen ostalpin regelmäßig die Lärche vertreten. Artenreiche Strauch- und Krautschicht: Corylus avellana, Lonicera nigra; Polypodium vulgare, Maianthemum bifolium, Orthilia secunda; Eurhynchium striatum, Thuidium tamariscinum, ferner Melampyrum sylvaticum, Saxifraga cuneifolia; vgl. Piceetum transalpinum (Braun-Blanquet et al. 54) und Abietetum isothecietosum et melampyretosum (Kuoch 54). In der inneralpinen Trockeninsel Vintschgau (700–1900 m) kommen schattseitig noch vitale Fichten-Tannenwälder im Kontaktbereich von Luzula luzuloides/nivea vor (Karner-Kral-Mayer 73); ähnlich Haute Maurienne (Bartoli 61). Auf schattseitigen, subalpinen (1500–1900 m) Standorten des Briançonnais stocken reine Tannenwälder (Lärche, Zirbe, Wald- und Bergkiefer) mit Luzula nivea, L. sylvatica, Saxifraga

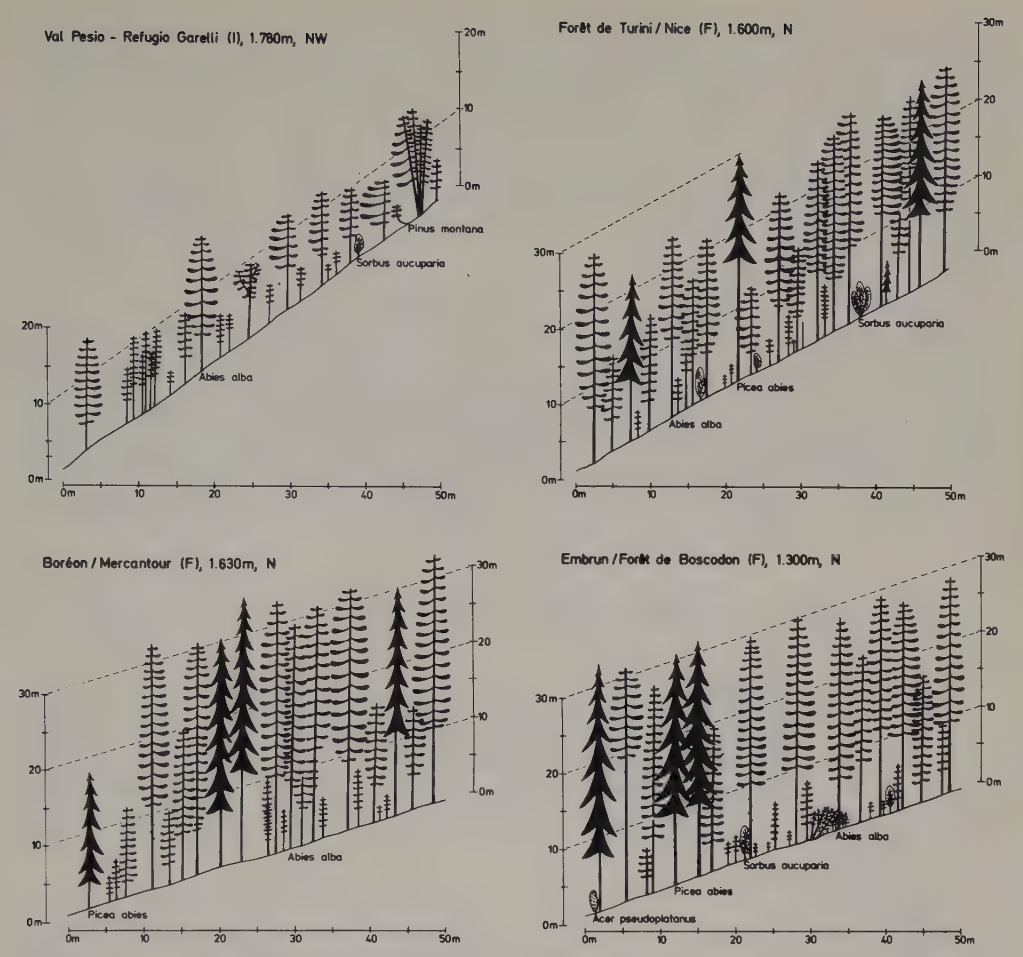


Abb. 156: (Fichten-)Tannenwald (Abietetum) in den Westalpen. Am Südwestrand bildet im Val Pesio das fichtenfreie Rhododendro-Abietetum die Waldgrenze. Südgrenze der Gesellschaft liegt im Forêt de Turini (Luzula nivea). Die Ausbildung in Embrun kennzeichnen Trochiscanthes nodiflorus und Melampyrum nemorosum. Das Silikat-Abietetum im Mercantour differenzieren Vaccinium myrtillus und Saxifraga cuneifolia.

cuneifolia. Lokal spezifisch für die Vaccinium myrtillus-et-vitis-idaea-Gesellschaft Festuca flavescens (Cadel-Gilot 63). Südlichstes Vorkommen im Forêt de Turini bei Nizza (Abb. 156). In den Cottischen Alpen (Barbéro-Bono 70) differenzieren Cytisus alpinus, Doronicum cordatum. Bei zwischenalpinem Kontakt zum Lärchen-Zirbenwald bildet sich eine Pinus cembra-Variante aus (Morandini et al. 69, Abb. 157), die subboreal weit verbreitet war. In den südlichen Innenalpen sogar Ausbildung mit Pinus montana (Abb. 157); Meeralpen (Lacoste 75).

c) **Reitgras-Fichten-Tannenwald** (Calamagrostio villosae-Abietetum, Ellenberg-Klötzli 72)

In der Schweiz (Wallis, Graubünden, Tessin) werden von 700–1700 m steile, frische, ausgesprochen arme Standorte besiedelt. Säurezeiger überwiegen: Luzula sylvatica. Vaccinium myrtillus (Prenanthes purpurea), Hylocomium splendens, Rhytidiadelphus triquetrus. Athyrium filix-femina, Gymnocarpium dryopteris und Oxalis acetosella belegen einen frischeren Standort.

d) **Farn-Fichten-Tannenmischwald** (Dryopterido-Abietetum, ELLENBERG-KLÖTZLI 72)

In den nordwestlichen Randalpen bestockt montane (750–1450 m), frisch-feuchte Hangschuttböden eine farn- und moosreiche Einheit: Lonicera nigra; Dryopteris dilatata, Thelypteris phegopteris; Hylocomium splendens, Rhytidiadelphus loreus, Plagiochila asplenioides, Pleurozium schreberi, Ptilium crista-castrensis. Häufige Dominanz von Fichte und Vaccinium myrtillus belegen den initialen Charakter. Valeriana montana-Fichten-Tannen-Blockschuttwälder (GENSAC 67) des subatlantischen Alpenrandes rechnen ELLENBERG-KLÖTZLI (72) ebenfalls zu dieser Gesellschaft.

e) **Alpenrosen-Tannenwald** (Rhododendro ferruginei-Abietetum, KUOCH 54)

Im niederschlagsreichen Tessin (1400–1750 m, KUOCH 1954) und in den französischen Seealpen (Schattseiten 1650–1900 m, BARBÉRO-BONO 70) kommt die tiefsubalpine (20–26 m) Klimaxgesellschaft vor; auch montane Dauergesellschaft block- und schuttreicher Schattseiten. Tannen-Dominanz ist typisch, eingesprengt Lärche, Bergahorn, lokal Zirbe und Bergkiefer; Fichte fehlt meist. Die Gesellschaft ersetzt den Lärchen-Zirbenwald. Zwergstrauchreiche Bodenvegetation: Calamagrostis villosa, Festuca flavescens, Luzula sylvatica, Vaccinium uliginosum, V.

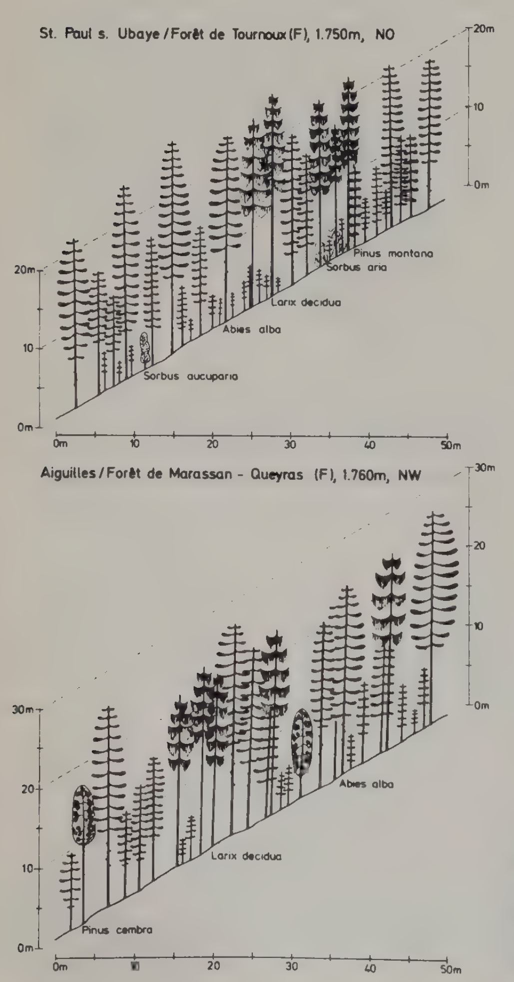


Abb. 157: Reine Tannenwälder treten in den inneralpinen Westalpen auf Schattseiten reliktisch außerhalb des Fichtenareals auf, die zum Lärchen-Zirbenwald (St. Paul) und zum Bergkiefernwald (Aiguilles) Kontakt haben können.

myrtillus, V. vitis-idaea, Lycopodium selago, Homogyne alpina; vereinzelt Listera cordata, Lycopodium annotinum; Begleiter: Prenanthes purpurea, Luzula nivea, Calamintha grandiflora, Cytisus alpinus. Im Tessin und in den französischen Südalpen, auch Ligurische Alpen, bildet die Gesellschaft stellenweise die Waldkrone (Abb. 156).

f) **Peitschenmoos-Fichten-Tannenwald** (Bazzanio trilobatae-Abietetum, Ellenberg-Klötzli 72)

Die submontane (400–1000 m), kleinflächige Dauergesellschaft des schweizerischen Alpennordrandes (voralpines Moränengebiet) stockt auf schwach geneigten Plateaustandorten mit podsolierten Pseudogley-Böden. Tanne dominiert, Fichte im Osten reichlicher. **S.:** Frangula alnus, Vogelbeere, im Westen Ilex aquifolium. In der artenarmen Bodenvegetation Heidelbeer-Dominanz, ferner Dryopteris carthusiana, Carex pilulifera, Luzula pilosa, Farne, Carex brizoides; reichlich Moose: Sphagnum quinquefarium, Rhytidiadelphus loreus, Hylocomium splendens, Pleurozium schreberi. Im nördlichen Alpenvorland ist eine Seegras-Ausbildung häufiger. Bei diesen klimaxnahen Tannenzwangsstandorten im Fagetum-Areal kommen Tanne und Stieleiche in Kontakt (Frehner 63, Querco-Abietetum).

2. **Intermediärer Sauerklee-Fichten-Tannenwald** (Oxali-Abietetum, Mayer 74)

In dieser mäßig bodensauren Gruppe mit artenreicher Kraut- und Moos-Mischvegetation treten ostalpin Fichtenwaldarten zurück, Nadelwaldbegleiter erlangen ein größeres Gewicht und Laubwaldarten strahlen stärker ein. Die leistungsfähigen Fichten-Tannen-Mischwälder stocken auf weniger bodensauren, mineralkräftigen, silikatischen, kalkärmeren Unterlagen. Die Verankerung im Vaccinio-Piceion ist geringer und der Kontakt zum Fagion bei fließenden Übergängen ausgeprägter.

a) **Waldschwingel-Fichten-Tannenwald** (Oxali-Abietetum festucetosum altissimae)

Auf mineralkräftigen Unterlagen werden in den Südalpen (800–1600 m; Maurienne; Barbéro-Bono 70), im Nordosten (bis 1400 m) und in den schweizerischen Alpen (mittel- bis hochmontan, 1000–1500 m) frischere, skelettreiche Moder-Hangbraunerden besiedelt. Tanne und Fichte (Bergahorn, Buche) bauen wüchsigere (28–33 m) Bestände auf. **S.:** Lonicera nigra (alpigena), Sambucus racemosa. Die gras-, kraut- und staudenreiche Vegetation deckt weitgehend: Veronica urticifolia, Neottia nidus-avis, reichlich Oxalis, Prenanthes purpurea, Luzula luzuloides et nivea, Epilobium montanum, Paris quadrifolia. Westalpine Ausbildungen (Dentaria pentaphyllos) tannen- und artenreicher (Mercurialis perennis, Actaea spicata); **M.:** Eurhynchium striatum, Plagiochila asplenioides. Zahlreiche ostalpine Ausbildungen mit Knautia drymeia, Pulmonaria stiriaca, Doronicum austriacum (Zukrigl 73), Cardamine trifolia, Hordelymus europaeus, Petasites albus.

b) **Labkraut-Fichten-Tannenwald** (Galio rotundifolii-Abietetum, Ellenberg-Klötzli 72)

Im westalpinen Gesellschafts-Prototyp an steileren, schattseitigen Hängen (750–1500/1800 m) herrschen Tanne und Fichte wechselnd vor. In der Bodenvegetation dominieren stet: Galium rotundifolium (fehlt weitgehend im ostalpinen Abietetum), Hieracium sylvaticum, Oxalis acetosella; Hylocomium splendens, Eurhynchium striatum, Athyrium filix-femina, Luzula flavescens, Veronica officinalis, auch Festuca altissima; Dicranum scoparium, Plagiochila asplenioides. In den

französischen Alpen vikariierend das Trochiscantho nodiflori-Abietetum (Abb. 156, Braun-Blanquet 51). In den Piemonteser Alpen (Barbéro-Bono 70) auf schwach bodensauren Hangstandorten (1200/1400–1700 m) eine analoge moosreiche Gesellschaft mit Saxifraga cuneifolia var. vulgaris; Festuca flavescens, Galium rotundifolium, Aquilegia atrata, Melampyrum nemorosum, Pyrola rotundifolia, P. minor; Ctenidium molluscum.

c) **Hochstauden-Fichten-Tannenwald** (Adenostylo-Abietetum, Ellenberg-Klötzli 72)

In den schweizerischen Nordalpen (Kuoch 54) bildet die hochmontane bis subalpine Schlußwaldeinheit vorwiegend auf schneereichen Schattseiten (1200–1800 m) oft die Waldgrenze. Verarmt und nur hochmontan in den östlichen Zwischenalpen, fragmentarisch in den Südalpen (Barbéro-Bono 70). Auf den frisch-feuchten, tonig-lehmigen Moder-Pseudogley-Braunerden gedeihen mittelwüchsige Fichten-Tannen-Bestände; selten Lärche. Gut entwickelte Hochstaudenflur und reichlich Farne: Adenostyles alliariae, Cicerbita alpina, Petasites albus, Athyrium filix-femina, Saxifraga rotundifolia, Prenanthes purpurea, Rumex arifolius, Veratrum album, Ranunculus platanifolius, Viola biflora, Geranium sylvaticum. Ostalpin spezifisch: Doronicum austriacum, Streptopus amplexifolius, Carex ferruginea, Symphytum tuberosum, Cardamine trifolia. Im schweizerischen Urwald Derborence (Fehr 62, Eiberle 67) dominiert die Gesellschaft. In den südlichen Meeralpen steigt die Gesellschaft bis 1900 m; lokale Trennarten: Lactuca quercina ssp. stricta, Achillea macrophylla, Gentiana burseri (villarsi), Astrantia major, Calamagrostis tenella (Barbéro-Bono 70).

d) **Schachtelhalm-Tannenmischwald** (Equiseto sylvatici-Abietetum, Ellenberg-Klötzli 72)

Nicht selten ist (850–1600/1800 m) in den nördlichen niederschlagsreichen Randalpen diese montane Dauergesellschaft auf feucht-nassen, vergleyten schwach hängigen Standorten. Nur Tanne (Zwangsstandort) und Fichte sind in Mischung standortstauglich. **K.:** Athyrium filix-femina, Crepis paludosa, Dryopteris dilatata, Petasites albus; ferner Caltha palustris, Chaerophylum cicutaria, Polygonatum verticillatum, Ranunculus aconitifolius, Vaccinium myrtillus, Viola biflora, Valeriana dioica; Plagiochila asplenoides, Rhytidiadelphus loreus.

e) **Plateau-Fichten-Tannenwald mit Heidelbeere** (Myrtillo-Abietetum, Kuoch 54)

In den schweizerischen Randalpen stockt diese Klimaxgesellschaft (950–1300 m, Kuoch 54) auf wenig geneigten Standorten; Savoyer Randalpen (Tregubov 59). Die bodensaure Einheit leitet zum Luzulo-Abietetum über (vgl. Bazzanio-Abietetum). Westalpin dominiert Tanne, während in den Ostalpen ausgeglichen gemischte Bestände (28–32 m) vorkommen. Gut entwickelte Strauchschicht mit Rubus, Sambus racemosa, im Nordwesten auch Ilex aquifolium. Trotz einförmiger Vaccinium myrtillus-Herden ist die Krautschicht relativ artenreich: Farne, Oxalis acetosella, Carex pilulifera, Maianthemum bifolium, Luzula pilosa; reichlich Moose; Rhytidiadelphus loreus, Thuidium tamariscinum.

3. **Karbonat-Alpendost-Fichten-Tannenwald** (Adenostylo glabrae-Abietetum)

Diese randliche Gruppe charakterisiert eine artenreiche Vegetation mit fast ausbleibenden Nadelwaldarten und reichlichen Laubwaldelementen. Unter vorherrschender Tanne baut Buche regelmäßig einen Nebenbestand auf. Die kennzeichnenden Kalkschuttzeiger (Adenostyles glabra) belegen die geringe Boden- und Vegetationsentwicklung. Das vielseitige Artengruppengefüge bildet ein ausgeprägtes Vegetationsmosaik auf den Kalk- und Dolomit-Hangschuttböden.

a) **Weißseggen-Fichten-Tannenwald** (Carici albae-Abietetum, Ellenberg-Klötzli 72)

Die für die niederschlagsärmeren Zwischenalpen typische Schlußwaldgesellschaft kommt südalpin hochmontan (700–1700 m), nordalpin tiefmontan (800–1050 m), in der zwischenalpinen Schweiz montan (600–1500 m) vor. Von den niederschlagsreichen Nordalpen zu den trockeneren Südalpen steigt die obere Arealgrenze auffällig, so daß sie südalpin zur Leitgesellschaft wird (Mayer-Hofmann 69). Steile Hänge, gewölbte Reliefformen, trockenere Moderrendzinen sind typisch. In der mittelwüchsigen Gesellschaft (25–30 m) mischt sich bei mäßiger Ausformung von Fichte und Tanne regelmäßig Lärche ein. Das Artengefüge belegt die geringe Boden- und Vegetationsentwicklung, den warm-trockenen Gesamtstandort und die genetische Beziehung zum Schneeheide-Kiefernwald und zu Kalktrockenrasen: Hepatica nobilis, Melampyrum sylvaticum, Veronica urticifolia, Aquilegia vulgaris, Melica nutans, Carex montana, Polygala chamaebuxus, Sesleria varia; südalpin stet Luzula nivea; Cirsium erisithales; **M.**: Ctenidium molluscum, Tortella tortuosa. Am Alpenostrand tiefmontan im Kontakt zum Weiß- und Schwarzkiefernwald analoge Gesellschaft (Zukrigl 73) mit Cyclamen purpurascens und dem Endemiten Melampyrum angustissimum. Südalpine Fagus-Variante mit Fraxinus ornus und Melampyrum nemorosum und hochmontan mit Carex austroalpina (Dolomiten); südostalpine Orthilia secunda-Einheit; auch Wallis-Graubünden, Haute Maurienne (Bartoli 61).

b) **Alpendost-Kalk-Fichten-Tannenwald** (Adenostylo glabrae-Abietetum typicum)

Die für die nordöstlichen Zwischenalpen typisch montane Einheit kommt südalpin nur noch hochmontan (1200–1500 m) vor. Auf den frischen Kalkhangschuttböden stocken gut ausgeformte, Tannen-Fichtenbestände (28–35 m), in denen die Lärche nicht nachhaltig konkurrenzkräftig ist; Stockausschlagbuchen stets auf den Nebenbestand (6–12 m) beschränkt. Krautreiche Mischvegetation mit Frischezeigern: Polystichum aculeatum, Dryopteris filix-mas, Actaea spicata, Lamiastrum galeobdolon, Gymnocarpium dryopteris; reichlich Laubwaldarten: Epipactis helleborine, Mercurialis perennis, Galium odoratum.

c) **Streifenfarn-Kalkblock-Fichten-Tannenwald** (Asplenio-Abietetum, Mayer-Hofmann 69)

Die Dauergesellschaft tritt disjunkt auch im randalpinen Abieti-Fagetum-Gebiet auf blockigen Rücken und älteren Bergstürzen auf. Wüchsigkeit in den plenterartigen Beständen (20–35 m) je nach der Boden- und Vegetationsentwicklung. Dem unruhigen Kleinrelief entspricht ein typisches, lokal sehr spezifisches Vegetationsmosaik: Kalkschuttbesiedler (Tortella tortuosa), basiphile Laubwaldarten (Lamiastrum galeobdolon, Lonicera alpigena), Moderzeiger (Rubus saxatilis, Goodyera repens), Rohhumusarten (Vaccinium myrtillus), auch Fichtenwaldelemente (Lycopodium annotinum), viele Sträucher und Farne.

d) **Hirschzungen-Fichten-Tannen-Schluchtwald** (Phyllitido-Abietetum)

Tiefmontan (650–850 m) werden ostalpin in den südlichen Zwischenalpen (Mayer-Hofmann 69) schluchtähnliche, schattseitige Talstandorte mit luftfeuchtem Lokalklima bei warmem Gesamtstandort besiedelt; analoger Bergahorn-Schluchtwald. Die mittelwüchsigen Tannen-Fichtenbestände (25–30 m) mit verzögerter Astreinigung und starkem Flechtenbehang an den Ästen (Sticta pulmonacea, Neckera crispa, Trichocolea tomentella) besitzen einen artenreichen Nebenbestand mit Buche, Esche, Bergahorn, Bergulme, Mehlbeere, Winterlinde, Feldahorn, sporadisch Eibe, Schmuckesche. **CA.**: Phyllitis scolopendrium, Hedera helix, Asarum europaeum, Dentaria pentaphyllos, Mercurialis, Galium aristatum, auch Aruncus dioicus, ferner Mnium undulatum, sporadisch Lunaria rediviva. Entwicklung zum blockreichen Festuca altissima-Fichten-Tannenwald.

e) **Südostalpiner Zahnwurz-Kalk-Tannenwald** (Dentario pentaphyllo-Abietetum, MAYER-HOFMANN 69)

In den südöstlichen Randalpen kommen nahezu fichtenfreie Tannenwälder mit verschwindendem Nadelwaldeinfluß und reichlich nebenständiger Buchen im engen Kontakt mit typischen Buchenwäldern vor. Montan-hochmontan (1050–1300 m) stocken auf mäßig steilen Hängen mit ziemlich frischen Moder-Kalksteinbraunlehmböden raschwüchsige Tannenbestände (30–35 m in 100 Jahren). In der Bodenvegetation dominieren Laubwaldarten (Sanicula europaea, Dentaria bulbifera-Untergesellschaft, neben Frischezeigern (Impatiens noli-tangere, Dryopteris-Arten). Trennarten zum Fichten-Tannenwald: Cardamine trifolia, Galium odoratum, Helleborus viridis, Adoxa moschatellina. Feuchtezeiger differenzieren zum Buchenwald: Petasites albus, Circaea intermedia, Mnium undulatum. Die kleinflächige Klimaxgesellschaft leitet zu den mediterran-montanen Bergwäldern über.

IV. Montaner Fichtenwald (Piceetum montanum, MAYER 74, Abb. 150, 153)

Verbreitung: Der montane Fichtenwald bildet (600–1400 m) die klimabedingte Schlußwaldgesellschaft im inneralpinen, niederschlagsarmen, relativ kontinentalen Buchen-(Tannen-)Ausschlußgebiet. In den Ostalpen (Ötztaler Alpen bis Hohe Tauern) prägt der montane Fichtenwald die zentralalpine Landschaft, der sonnseitig durch Kiefernwälder erst im Südwesten abgelöst wird. In den schweizerischen Westalpen und mehr noch in den französischen Südalpen alterniert bei noch ausreichenden Niederschlägen der montane Fichtenwald auf Südseiten mit dem schattseitigen Fichten-Tannenwald, während in zentralalpinen Trockeninseln der montane Fichtenwald auf Schattseiten beschränkt ist (Aosta-Tal) oder bis auf Relikte fehlt (Briançonnais). Nur standortsextreme Dauergesellschaften bleiben im niederschlagsreichen Tannen- und Buchenwaldgebiet der Zwischen- und Randalpen konkurrenzkräftig (BRAUN-BLANQUET-PALLMANN-BACH 54, KUOCH 54, MAYER 63, GENSAC 67).

Aufbau (Abb. 158): In den uniformen fichtenreichen Beständen tritt die Lärche auf Steilhängen reichlicher auf. Der Lärchenanteil nimmt mit der Intensität des anthropogenen Einflusses (Kahlschlag) zu. Durch die moos- und krautreiche Mischvegetation mit reichlich Nadelwaldbegleitern besteht große Ähnlichkeit mit Fichtenforstgesellschaften. Dieser indifferente Nadelwaldcharakter erlaubt nur eine negative vegetationskundliche Kennzeichnung: Fehlen von subalpinen Charakterarten Buche und Tanne.

Standort: Ökologische Hinweise nach dem Gesellschaftskomplex: Relativ trockene Untereinheiten (Luzula luzuloides, Carex alba) in der gesamten montanen Stufe, nur fragmentarische Entwicklung hygrophiler Ausbildung auch bei überdurchschnittlich frischem Standort, keine hochstaudenreiche Einheiten. Infolge des trockenen Klimas im ökologischen Fichten-Optimum wird die reduzierte Wuchsleistung der Fichte im Vergleich zu den niederschlagsreicheren rand- und zwischenalpinen Standorten verständlich.

Gliederung (MAYER 74): Ähnlich wie in den tannenreichen Bergmischwäldern, aber nicht mehr so ausgeprägt heben sich eine bodensaure Luzula-, intermediäre (Oxalis-) und eine bodenbasische Carex alba-Gruppe ab, durch spezifische Artengruppenkombinationen gekennzeichnet (Abb. 153).

1. Montaner Silikat-Hainsimsen-Fichtenwald (Luzulo-Piceetum montanum)

Diese Gruppe ist an stark bodensaure, nährstoffarme Silikatgesteine mit Sauerhumusböden, Moder- bis Rohhumusauflage bei schon stärkerer Podsolierungstendenz gebunden. Artenarmut und reichliche acidophile Arten, insbesondere auch Fichtenwaldarten, belegen die stärkere Verwandtschaft zum subalpinen Fichtenwald.

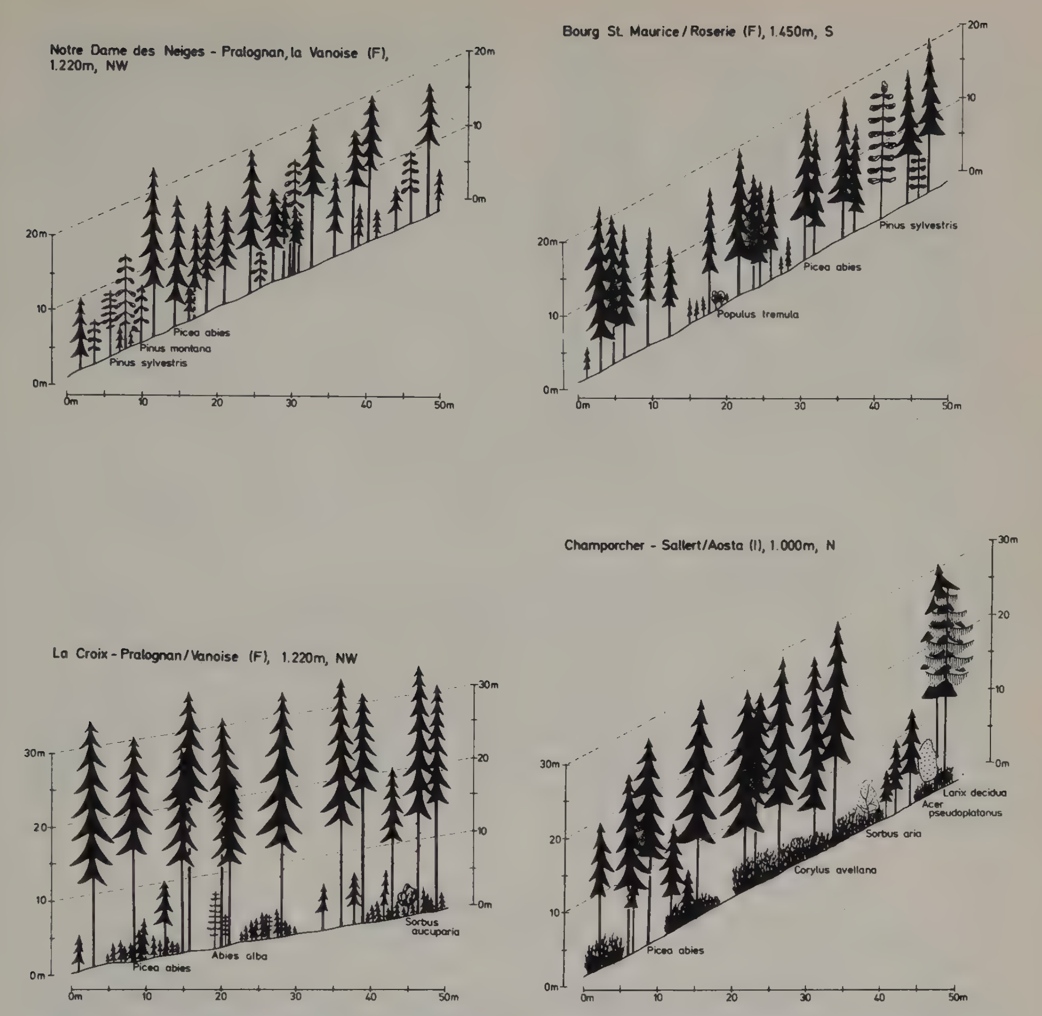


Abb. 158: Montaner Fichtenwald in den Westalpen. Das Piceetum montanum ist physiognomisch uniform aufgebaut. Relativ wüchsig sind schattseitige Ausbildungen mit Luzula nivea (Tanne) in La Croix und mit Corylus (Laburnum) in Champorcher; geringwüchsig und schlechtgeformt ist die Ausbildung mit Melampyrum nemorosum und Waldkiefer in Roserie oder in Pralognan mit Vaccinium vitis-idaea und Bergkiefer.

a) **Hainsimsen-Fichtenwald** (Luzulo luzuloidis-Piceetum m.)

In den nordöstlichen Zentralalpen ist auf bodensauren Steilhangwäldern durch geringe Boden- und Vegetationsentwicklung die Lärche bei guter Ausformung (25–33 m) reichlich beigemischt. Mäßig trockener Gesamtstandort: Orthilia secunda, Polypodium vulgare; moosreiche Mischvegetation: Hylocomium splendens, Rhytidiadelphus triquetrus. Im unteren Pustertal tiefmontane, etwas farnreiche Winterlinden-Variante mit reichlich Hasel (vgl. GENSAC 67). Die kleinflächigen Linden-Fichten-Bestände dürften in ihrer Zusammensetzung den Eichenmischwald-Fichtenwäldern des Atlantikums vor rund 6000 Jahren nahekommen (Abb. 158, 159). Im oberen Mölltal reliktisch Corylus-reiche Quercus robur-Wälder mit Fichte an Sonnseiten (HARTL 68). Corylo-Populetum tremuli (BRAUN-BLANQUET 1961) häufig als Kontakt- und Saumgesellschaft; Nationalpark Stelvio (1200–1700 m, PEDROTTI et al. 74): Festuca heterophylla, Sisymbrium strictissimum; außerdem Berberido-Rosetum.



Abb. 159: Fichten-Lärchenbestände mit beigemischter Winterlinde und Haselgebüsch kommen gelegentlich im Inneralpengebiet vor und erinnern in ihrer Zusammensetzung an Pollenspektren der Fichten-Eichen-Mischwaldzeit vor rund 6000 Jahren. Der inneralpine montane Fichtenwald mit Winterlinde und Hasel dürfte dem atlantischen fichtenreichen Eichen-Mischwald nahekommen (Mayer-Hofmann 69).

b) **Schneehainsimsen-Fichtenwald** (Luzulo niveae-Piceetum m.)

Die Einheit ersetzt die nordostalpine Luzula luzuloides-Gesellschaft in den südlichen Innenalpen (Pustertal) sowie in den Westalpen (Abb. 158). Tiefmontan (800–1200 m) kommen ebenfalls Corylus avellana-reiche Fichtenwälder (Corylo-Piceetum Gensac 67, Abb. 158) vor, die teilweise stärker anthropogen beeinflußt sind, zum Teil dringen natürlich thermophile Elemente ein: Eiche, Kirsche, Rosa arvensis, Crataegus, Vincetoxicum hirundinaria, Epipactis atrorubens, Laburnum alpinum, Cirsium erisithales. Weitere Ausbildungen mit Vaccinium myrtillus, Calamagrostis villosa, Silene rupestris auf noch trockeneren, sonnseitigen, steileren Silikatstandorten (Gensac 67). Begleiter (Antennaria dioica, Campanula barbata) belegen die Nähe zum Silikat-Kiefernwald. Dies gilt auch für den in den südlichen West- und Ostalpen flächig auf stark sauren, sonnseitigen Silikatstandorten geringerer Neigung vorkommenden artenarmen **Vaccinium vitis-idaea-Fichtenwald** (Abb. 158; Pinus montana; Vaccinium vitis-idaea et myrtillus dominieren neben Melampyrum sylvaticum et nemorosum (westalpin), lokal Arctostaphylos uva-ursi und Rhododendron ferrugineum. Vielfach Degradierungsstadium.

2. Montaner Wachtelweizen-Fichtenwald (Melampyro sylvatici-Piceetum)

Die intermediäre Gruppe besiedelt mineralkräftige, nicht zu bodensaure, kalkärmere Unterlagen, aus denen sich tiefgründige, meist frischere Moderhangbraunerden entwickeln (Abb. 158). In der relativ artenreichen Vegetation ohne Charakterarten dominieren Moderzeiger. Bei mittlerem Fichtenwald-Einfluß dringen schon anspruchsvollere Arten und vereinzelt Laubwaldbegleiter ein.

a) **Sauerklee-Fichtenwald** (Melampyro sylvatici-Piceetum oxalidetosum, Oxali-Piceetum, Mayer 63)

Niederschlagsreicheres Gebiet, mineralkräftige silikatische Gesteine (Glimmerschiefer), mäßig steile Hänge, frische podsolige Braunerden kennzeichnen die für die Ostalpen typische Oxalis-Einheit. Leistungsfähige Fichtenbestände (28–35 m) mit sporadischer Lärche und ziemlich artenreicher Bodenvegetation: Hieracium sylvaticum, Homogyne alpina, Avenella flexuosa, Polytrichum formosum, gelegentlich Prenanthes, Viola reichenbachiana.

b) **Ehrenpreis-Fichtenwald** (Melampyro-Piceetum typicum, Veronico urticifoliae-Piceetum, Gensac 67)

Montan (900–1500/1700 m) kommt bei mittlerer Feuchtigkeit die zentralalpine Einheit von den westlichen Ostalpen und Westalpen bis zu den französischen Nordalpen vor. Unter der Fichte dominieren abwechselnd Vaccinium myrtillus und Melampyrum sylvaticum; ferner Maianthe-

mum bifolium, Vaccinium vitis-idaea, Hylocomium splendens, Rhytidiadelphus triquetrus, Pleurozium schreberi; außerdem Dryopteris filix-mas, Homogyne alpina, Polygonatum verticillatum, Prenanthes purpurea, Rubus saxatilis. Hochmontane feuchtere Standorte in der Maurienne: Luzula sylvatica ssp. sieberi, Epilobium montanum, Sambucus racemosa (GENSAC 67).

c) **Perlgras-Fichtenwald** (Melico nutantis-Piceetum, ELLENBERG-KLÖTZLI 72)

Auf montanen (800–1600/1800 m) westalpinen Standorten und schattseitigen Hängen mit mäßig trockenen, podsoligen Moder-Braunerden wird die dürrastige Fichte nur mittelwüchsig. Die Bodenvegetation prägen: Melampyrum sylvaticum, Goodyera repens; Hylocomium splendens, Rhytidiadelphus triquetrus; ferner Maianthemum bifolium, Orthilia secunda, Vaccinium vitis-idaea; Dicranum scoparium, Peltigera aphthosa, Pleurozium schreberi. Auffällig das nordische Relikt Galium triflorum; ferner Linnaea borealis, Epipogium aphyllum (BRAUN-BLANQUET et al. 54, TREPP 55) auf Silikat-Blockschutt in der Tarentaise (GENSAC 67); ostalpin mit Petasites albus (ZUKRIGL 73). In den Ostalpen fehlen montan **hochstaudenreiche Ausbildungen**, ebenso in den französischen Südalpen, nicht aber südwestalpin (GENSAC 67). Flußnahe Innstandorte (ZOLLER 74) Angelica sylvestris-Ausbildung mit Alnus incana, Viola biflora.

3. Montaner Karbonat-Alpendost-Fichtenwald
(Adenostylo glabrae-Piceetum montanum)

Auf Hartkalk- und Dolomit-Hangschutt entwickeln sich Moderrendzinen bis Kalksteinbraunlehme. Bei steilerer Hanglage ist der Fichtenwaldeinfluß durch wenig typische Nadelwaldbegleiter am geringsten. Laubwaldarten mit weiterer Amplitude dringen stärker ein (Prenanthes purpurea, Lamiastrum galeobdolon). Die soziologische Verwandtschaft zu tannenreichen Wäldern ist am größten.

a) **Fichtenwald mit Weißsegge** (Piceetum montanum caricetosum albae)

In den zentralen Ostalpen ist eine trockenere Ausbildung die montane Leitgesellschaft auf Karbonatunterlage, nicht die bodenfrischere Adenostyles glabra-Einheit wie in den niederschlagsreicheren Zwischenalpen. Zwischen 800–1600 m werden sonnseitige Lagen, steilere Hänge mit mäßig frischen Moderrendzinen besiedelt. Den mittelwüchsigen Steilhangbestockungen mit dürrastiger Fichte (25–30 m) und besser ausgeformter Lärche ist gelegentlich Weißkiefer beigemischt. **CA.**: Berberis vulgaris, Polygala chamaebuxus, Epipactis atrorubens, Veronica urticifolia; ferner Hepatica nobilis, Melampyrum sylvaticum, Calamagrostis varia. Beziehungen zum Erico-Pinetum; vgl. Melampyrum nemorosum-Berberis-Fichtenwald (GENSAC 67).

b) **Zwergbuchs-Fichtenwald** (Polygalo chamaebuxi-Piceetum, ELLENBERG-KLÖTZLI 72)

Montan (700–1300 m) stocken in den Berner Randalpen auf wechselfeuchten, steilen Mergelhängen geringwüchsige Fichtenwälder mit Sorbus aria und Viburnum latana. **K.**: Calamagrostis varia, Carex montana, Festuca ovina; **M.**: Hylocomium splendens, Tortella tortuosa. Verwandtschaft zum Pfeifengras-Föhrenwald.

c) **Schneeheide-Fichtenwald** (Erico carneae-Piceetum, SCHWEINGRUBER 72)

Auf physiologisch flachgründigen Böden mit mächtigeren (30–40 cm) Rohhumusdecken kommen selten in den hochmontanen (1000–1600 m) Schweizer Nordalpen aufgelockerte, klimaxnahe Fichtenwälder vor: Vaccinium myrtillus, V. vitis-idaea, acidophile Moose, Melampy-

rum sylvaticum, Polygala chamaebuxus, Sorbus chamaemespilus, Scabiosa lucida, Knautia sylvatica, Valeriana tripteris; auch Ost- (MAYER 74) und Südalpen (BARTOLI 66, GENSAC 67).

Untergesellschaften mit Adenostyles glabra (hochmontan), Galium rotundifolium (hochmontane Bündnerschiefer-Standorte, BRAUN-BLANQUET 54), Melampyrum nemorosum und Amelanchier ovalis (französische Nordalpen, GENSAC 67). In den Savoyer Alpen vikariiert das Rubio-saxatilis-Piceetum (Sorbus chamaemespilus, Gentiana lutea) hochmontan (1360–1700 m) mit den Subassoziationen adenostyletosum glabrae et alliariae (TREGUBOV 59).

4. Montane Fichten-Dauergesellschaften (MAYER 74)

Im Tannen- und Buchenwaldgebiet sind kleinflächige Fichten-Dauergesellschaften auf extreme Standorte beschränkt, die von den Klimaxbaumarten Tanne und Buche nicht besiedelt werden können. Die entscheidenden Standortsfaktoren grenzen zu montanen Fichtenschlußwäldern ab.

a) Torfmoos-Fichtenwald (Sphagno-Piceetum, ELLENBERG-KLÖTZLI 72)

Die montane (800–1400 m) Dauergesellschaft ist auf feucht-nasse Böden der niederschlagsreichen Rand- und Zwischenalpen beschränkt (KUOCH 54). Neben Fichte stellenweise Bergkiefer und Waldkiefer. Artenarme Krautschicht: Vaccinium myrtillus, V. vitis-idaea, Dryopteris dilatata; reiche Moosschicht: Sphagnum acutifolium, Polytrichum commune, Pleurozium schreberi, Hylocomium splendens; Ptilium crista-castrensis. Extremer ist der Standort des **Sphagnum-Fichten-Moorrandwaldes.** Hochmoorböden und typische Humusgleypodsole tragen geringwüchsige, räumdige Fichtenbestände (15–25 m), meist im Kontakt zu Latschen-Hochmoorbestockungen. Typische Hochmoorelemente: Vaccinium oxycoccus, Andromeda polifolia, Eriophorum vaginatum, Aulocomnium palustre (MAYER 74).

b) Streifenfarn-Karbonat-Block-Fichtenwald (Asplenio viridis-Piceetum, KUOCH 54, MAYER 63, 74)

Auf grobblockigem Hartkalk-Bergsturzgelände entwickelt sich ein typisches Standortsmosaik von Initialböden bis zu dystrophen Tangelhumusrendzinen. Meist herrscht ein extremes Lokalklima durch stark unterkühlte Blockkaltluft und unterschiedliche Bestandesdichte. Der Aufbau wechselt je nach Entwicklungsstadium. In Initial-Phasen dominieren Lichtbaumarten (Birke, Lärche, Kiefer, Mehlbeere, Eberesche und Latsche), in Terminal-Phasen Fichte. Charakteristisches Vegetationsmosaik mit artenreicher Strauchschicht, dominierenden Nadelwaldarten, reichlich Kalkschutt- und Felsspaltenbesiedler, geringerem Tannen- und Buchenwald-Einfluß, gut ausgebildeter Moosschicht; ferner Rasenelemente, wenig vital Pionierarten. Südalpin mit Luzula nivea, Saxifraga cuneifolia.

c) Krüppelfichtenwald mit Bergkiefer (Lycopodio annotini-Mugetum piceetosum)

Bei besonderer lokalklimatischer Ungunst entwickeln sich auf montanen Bergsturz-Grobblockhalden (600–1400 m) Krüppelfichtenwälder. Durch ausgeprägte Kalkluftventilation kann sich sogar Sommereis bilden. An sommerlichen Strahlungstagen beträgt die Temperatur der Boden-Kaltluft etwa 3–5° C (RICHARD 61, FURRER 61); Eppaner Eislöcher mit Rhododendron ferrugineum. Auf Kalkschutthalden mit Bodeneis entwickeln 80–100jährige Fichten nur einen strauchigen Zwergwuchs (1–2 m). Das Vegetationsmosaik ist noch ausgeprägter als im Kalk-Block-Fichtenwald. Neben subalpinen Fichtenwaldelementen, Laub- und Nadelwaldarten treten Elemente der Quellfluren (Tofieldia calyculata, Saxifraga aizoides), Kalkschneeboden-Arten (Saxifraga androsacea, Salix reticulata), alpinen Rasen (Carex atrata, Saxifraga moschata) auf. Kümmer-

fichtenwald auf Silikatschutt mit Rhododendron ferrugineum und Oxyria digyna. In den Schladminger Tauern in einem steilen fichtenreichen Latschen-Blockwald Empetrum hermaphroditum, Drosera rotundifolia und Glazialrelikt Betula nana.

d) Übrige Gesellschaften (Mayer 74)

Alnus incana-Fichtenwald an vergleyten Hangvernässungen und in Gräben mit Auwaldcharakter. **Polypodium-Silikat-Block-Fichtenwald** auf älteren Bergstürzen mit dystrophem Tangel-Ranker. Einmalige Artengruppenkombination mit Silikat-Blockbesiedlern, Pionierbaumarten, moosreicher Waldvegetation und lichtliebenden Stickstoffabbauern. Auf armen Quarzit-Blockhalden charakterisieren Vaccinium vitis-idaea und Rhododendron ferrugineum noch in fortgeschrittenen Phasen. **Kaltluft-Dolinen-Fichtenwald mit Vaccinium myrtillus und subalpinen Charakter. Lockerer Sesleria varia-Fichtenwald (20–25 m)**, auf Dolomitsteilhängen und Kalkfels-Rippen mit Rasenarten: Carex sempervirens- und ostalpinen Endemiten: Festuca versicolor, Primula clusiana, Sorbus austriaca im Urwald Rothwald (Zukrigl 73).

5. Naturnahe Fichten-Ersatzgesellschaften

Die aktuelle montane Bestockung bilden in den zwischen- bis randalpinen West- und Ostalpen, auch submontanes Alpenvorland, großflächig Fichtenbestände mit Lärchenbeimischung auf potentiellen Abietetum- und Abieti-Fagetum-Standorten. Da die Schlußwälder von Natur aus fichtenreich sind und Fichte gleichzeitig Pionierbaumart ist, sind es noch naturnähere, anthropogen bedingte Klimaxwald-Ersatzgesellschaften. Kleinflächig treten fichtenreiche Sukzessionsstadien auch nach natürlichen Katastrophen auf. Die Fichten-Ersatzgesellschaften sind vielgestaltiger als das Piceetum montanum aufgebaut.

Je nach Herkunft, Grundgestein, Standort und Zahl der Fichtengenerationen nach Naturwald ergeben sich verschiedene Degradationsreihen:

Silikat-Gruppe	Intermediäre Gruppe	Karbonat-Gruppe
Luzula luzuloides	Galium odoratum	Adenostyles glabra
Vaccinium myrtillus	Oxalis acetosella	Carex alba
Vacc. vitis-idaea	Luzula sylvatica	Vacc. vitis-idaea
Calluna vulgaris	Carex brizoides	Erica carnea

6. Montaner-subalpiner Lärchen-Wiesenwald (Abb. 157)

Montan gibt es keine reinen Lärchen-Schlußwälder. Lärchenreiche Bestände entstehen als lokale Initialphasen nach Katastrophen, meist auf extremeren Standorten. Großflächige Lärchenreinbestände auf mittleren Standorten prägen im montanen subalpinen Fichtenwaldareal die inner- und zwischenalpine Landschaft (Dolomiten, Brenner, Westalpen, Morandini 56); unmittelbarer Kontakt zum Fichten-Tannenwald, Fichtenwald oder Lärchen-Zirbenwald. Lärchwiesen entstanden nach Aushieb der Schattbaumarten auf flacheren Standorten, die sich als Mähwiesen und Weiden vor und nach der Alpung eignen. Sie liefern gleichzeitig Bau- und Brennholz sowie Streu. Heute entstehen Lärchwiesen häufig durch Lärchen-Naturverjüngung bei aufgelassenen Wiesen und Weiden. Putzer (67) beschrieb für Südtiroler Silikat-Standorte das instabile Vegetationsmosaik: Restliche Fichtenwaldarten (Vaccinium myrtillus) unter der Lärchenkrone mit reichlich Nadelstreu Vaccinium vitis-idaea, eindringende Kiefernwaldarten (Erica carnea, Polygala chamaebuxus), zufällige Rohbodenbesiedler (Polygala vulgaris, Lotus corniculatus), Intensiv-Weidezeiger

(Calluna vulgaris, Campanula barbata, Antennaria dioica), restliche Futterpflanzen (Festuca rubra, Avenochloa versicolor), subalpin auch Pulsatilla alpina, Gentiana lutea. Auf Karbonat-Unterlage charakterisieren Elemente der gras-, kraut- und blumenreichen montanen Blaugrashalde (Sesleria varia, Buphthalmum salicifolium, Aster bellidiastrum). Die Mieminger Lärchwiesen spielten früher für die Saatgutversorgung eine wichtige Rolle. Besonders weit verbreitet sind Lärchwiesenwälder in den trockenen französischen Südalpen (Briançonnais), wo Fichte durch Trockenheit weitgehend ausfällt und gleichzeitig ein jahrtausendelanger anthropogener Einfluß die Lärche gefördert hat.

V. Kiefernwald (Pinetum sylvestris)

Verbreitung und Standort: Waldkiefernwälder sind unterschiedlich bei submontanem Arealschwerpunkt (500–1500 m) verbreitet. Das kleinflächige, disjunkte Vorkommen von Dauergesellschaften im rand- bis zwischenalpinen Tannen- und Buchenwaldgebiet ist vom flächigen inneralpinen Auftreten räumlich getrennt. Die zentralalpine Kiefernwaldregion ist auf die inneren Westalpen, Briançonnais, obere Maurienne, Aosta, Wallis, Unterengadin, ostalpiner Vintschgau beschränkt, wo die inneralpine Trockenvegetation besonders typisch ausgebildet ist (Braun-Blanquet 1961). Das extreme Trockenoasen-Klima verursacht die geringen Jahresniederschläge (450–750 mm) mit nur 120–170 mm Sommerniederschlag (östliche Ostalpen 300–400 mm N, Nordalpen 600–750 mm N). Im Vergleich zu höhengleichen Nordalpenstandorten ist die Jahrestemperatur um 1–2° wärmer durch geringere Bewölkung in den Innenalpen (3,5–5,0, Nordalpen 6,0–7,0) und die längere Sonnenscheindauer (Innenalpen 1800–2150 Std., Nordalpen 1600–1800 Std.). Das trocken-kontinentale Klima schaltet Tanne und Buche aus und schwächt auch Fichte in ihrer Konkurrenzkraft entscheidend. Von Osten nach Westen wird mit zunehmender Sommertrockenheit der montane Fichtenwald zunehmend durch einen Kiefernschlußwald ersetzt. Am Ostrand des Piceetum montanum (Osttirol) kommt Kiefer nur selten auf südseitigen Extremstandorten vor. Im Brixener Talkessel bildet sie eine schmale (600–900 m) Höhenstufe auf Sonnseiten, die vereinzelt schon auf Schattseiten übergreift. In den Schweizer Innenalpen wird der Kiefernwald tiefmontan konkurrenzkräftiger. Schon in der gesamten montanen Höhenstufe kann südseitig der Kiefernwald herrschen, mit dem Piceetum montanum auf Schattseiten alternierend. Im oberen Durance-Gebiet (Briançonnais) wird Kiefer auf Sonn- und Schattseiten durch Ausfall der Fichte weitgehend konkurrenzlos. Außerhalb des Lärchenareals bilden in den Provençalischen Südalpen hochmontane Waldkiefernwälder die Waldgrenze. Die gegenwärtige Kiefern-Verbreitung geht anthropogen bedingt weit über die natürliche hinaus, da seit Jahrhunderten (Nordalpen) bis Jahrtausenden (Südalpen) Kahlschlag, Brand, Beweidung und Streunutzung die robuste Pionierbaumart förderten (Braun-Blanquet 61).

Aufbau: Standörtlich und vegetationskundlich unterscheiden sich die artenreichen Karbonat- und die artenarmen bodensauren Silikat-Kiefernwälder, die durch disjunkte Verbreitung, differenzierten Kontakt und unterschiedliche Waldgeschichte ausgeprägte Individualität besitzen, so daß gemeinsame Arten selten sind. Kiefern-Dauergesellschaften im niederschlagsreichen Randalpengebiet haben mehr mesophilen Charakter, der in den trockenen Zentralalpen auf Kalk xerophil, auf analogen Silikatstandorten nicht so deutlich ausgeprägt ist (Abb. 160).

1. Inneralpiner xerophiler Steppenheide-Kiefernwald

a) Karbonat-Steppenheide-Kiefernwald (Braun-Blanquet 61)

Die xerotherme Gruppe mit gemeinsamen Ononis-Arten und zunehmend extremem Standort steht dem Erica-Kiefernwald näher, ist auf inneralpine extremere Trockenstandorte (Dauergesellschaft) beschränkt und besitzt ausgeprägte Eigenständigkeit.

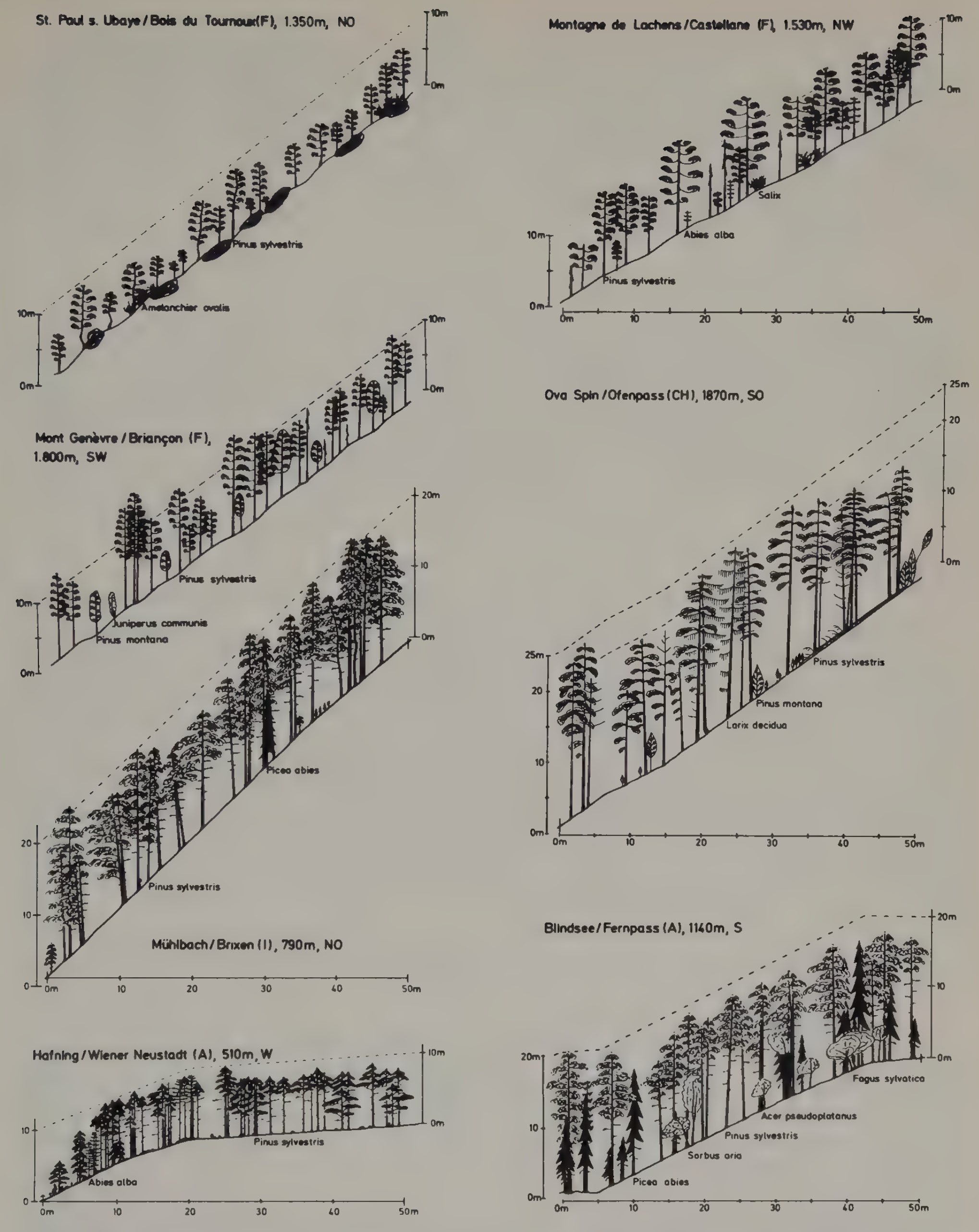


Abb. 160: a) Waldkiefernwald **Silikatstandorte:** Auf extremen felsigen Südseiten stockt inneralpin das Onobrychideto-Pinetum (St. Paul s. Ubaye). Bei südalpinen Trockeninseln (Mont Genèvre) ist nach Ausfall der Fichte auch subalpin die Waldkiefer mit Vaccinium arctostaphylos konkurrenzkräftig. In der zentralalpinen Föhrenwaldregion bildet Pinus sylvestris eine submontane Höhenstufe unterhalb des Fichtenwaldes (Brixen). Am Alpenrand stocken auf Quarzit geringwüchsige Cladonia- und Calluna-Kiefernwälder (Hafning). **Karbonatstandorte:** In den südlichen Randalpen bildet außerhalb des Fichten- und Lärchenareals der hochmontane Blaugras-Kiefernwald die Waldgrenze (Castellane); starke Naßschneebruchschäden. Steilere subalpine Standorte besiedelt am Rand des schweizerischen Nationalparks die Carex humilis-Pinus sylvestris-(engadinensis-) Einheit (Ofenpass). Montane südseitige Dolomitsteillagen werden in den Ostalpen vom weitverbreiteten Karbonat-Schneeheidekiefernwald eingenommen (Blindsee).

Hauhechel-Kiefernwald (Ononido-Pinetum sylvestris)

In westalpinen Trockengebieten stocken auf südseitigen, trockenen flachgründigeren Kalkrohböden zwischen 750–1450 m geringwüchsige (8–10/15 m) Steppenheide-Kiefernwälder (Braun-Blanquet 1961), stets starker Viscum album-Befall. Den warm-trockenen Extremstandort belegen Astragalus monspessulanus, A. onobrychis, Saponaria ocymoides, Ononis rotundifolia, pusilla, Oxytropis pilosa, Carex hallerana, C. humilis, Juniperus sabina, J. communis; (Haute Maurienne, Bartoli 61). Die Pioniergesellschaft (Trepp 60, Heuer 49) steht dem Erico-Pinetum mit Carex humilis am nächsten (Abb. 160).

Zahntrost-Kiefernwald (Odontito viscosae-Pinetum sylvestris)

Dem Hauhechel-Kiefernwald nahestehend, besiedelt der Zahntrost-Kiefernwald im Wallis noch extremere Pionier-Standorte. Kleinflächig treten zwischen 800–1200 m auf besonders trockenen, gering entwickelten Kalkböden lichte Kiefern-Krüppelwälder auf (100–150jährig, 8–10 m; Pin noir). Den xerischen Charakter belegen Coronilla minima, Ononis pusilla, Astragalus monspessulanus, Limodorum abortivum; ferner Carex humilis, Arctostaphylos uva-ursi; Kalkmoose: Rhytidium rugosum, Thuidium abietinum. Kiefernwaldgrenze zum wärmeliebenden Eichenmischwald.

Esparsette-Kiefern-Krüppelwald (Onobrychido saxatilis – Pinetum sylvestris, Abb. 160)

In den ausgeprägtesten Trockeninseln der zentralen Westalpen (Briançonnais, Ubaye) stockt auf flachgründigen, sonnseitigen Steilhängen (1000–1500/1900 m) der legumniosenreiche, standortsextremste Kiefernkrüppelwald (Braun-Blanquet 61). Lockere Baumschicht mit schlecht geformter Kiefer (5–8/10 m) und starkem Viscum-Befall. Dürftige Strauchschicht: Amelanchier ovalis, Rhamnus saxatilis. **CA.**: Daphne cneorum, Astragalus austriacus, A. purpureus, A. monspessulanus, Ononis rotundifolia, Odontites viscosa, Saponaria ocymoides; teilweise Arctostaphylos uva-ursi. Die extremsten, offenen Kümmerwälder differenzieren Helianthemum apenninum, Ononis natrix, Astragalus onobrychis, Koeleria vallesiana (Abb. 160). Im zentralen Trockengebiet (Briançonnais) reicht eine wüchsigere Arctostaphylos-uva-ursi-Ausbildung auf Sonnseiten bis in den subalpinen Bereich (1500–1900 m, Abb. 160); von benachbarten Schuttreißen eindringende Spirken (Amelanchier ovalis, Laserpitium siler).

b) Silikat-Steppenheide-Kiefernwald, Tragant-Kiefernwald
(Astragalo venostani-Pinetum sylvestris, Braun-Blanquet 61)

Im regenarmen Vintschgau (480–540 mm N) siedelt tiefmontan (800–1200 m) auf südseitigen, flachgründigen Silikatstandorten ein geringwüchsiger, schlechtformiger Kiefernwald (10 m) mit sarmatischen Steppenelementen: Carex humilis, Ononis rotundifolia, Astragalus vesicarius ssp. venostanus, A. exscapus, A. onobrychis, Oxytropis halleri, Saponaria ocycmoides, Vicia cracca ssp. gerardi (Thuidium abietinum, Rhytidium rugosum); charakteristische Waldgrenze gegenüber Trockenrasen (Schmid 63).

Drahtschmielen-Kiefernwald (Avenello flexuosae-Pinetum)

Im inneralpinen Trockengebiet grenzen an Steppenheide-Karbonat-Kiefernwälder auf analogen südseitigen Ranker-Steilhängen (1000–1550 m) bodensaure Kiefern-Trockenwälder an (Briançonnais, Braun-Blanquet 61; Haute Maurienne, Bartoli 61). Die krummschaftige (8–15 m) Kiefer belegt den extremen Trockenwald-Standort. Kennzeichnende Bodenvegetation: Minuartia laricifolia, Trifolium alpestre, Pimpinella saxifraga, Phyteuma betonicifolium, Sempervivum arachnoideum, auch Juniperus communis, randlich Goodyera repens, Odontites lutea, Arctostaphylos uva-ursi, Carex humilis- und Vaccinium vitis-idaea-Einheit (Verger 82). Im Vergleich zum Ononido-Pinetum fehlen xerische Arten (Abb. 160).

2. Xerophiler-mesophiler Kiefernwald

Er besiedelt weniger extreme Standorte und baut in der zentralalpinen Kiefernwaldregion eine schmale Höhenstufe auf. Die meisten Gesellschaften sind zwischenalpin und im montanen Bergmischwaldareal als Dauergesellschaften disjunkt verbreitet.

a) Karbonat-Kiefernwald

Erdseggen-Kiefernwald (Carici humilis-Pinetum sylvestris)

Diese offene, initiale Pioniergesellschaft besiedelt die extremsten und steilsten Schutzwald-Standorte (600–1500 m) mit trockenen Karbonatrohböden nach Entwicklung primärer Schutt- und Rasengesellschaften. Kurzschaftige, breitkronige Kiefern-Bestände (8–12 m) mit Amelanchier ovalis, Berberis vulgaris, Carex humilis-Dominanz, Sesleria varia, Campanula cochleariifolia; reliktische Xerophyten: Oxytropis pilosa, Ononis rotundifolia, auch Arctostaphylos uva-ursi (TREPP 60, MAYER 74); Pionierphase des Erico-Pinetum (ELLENBERG-KLÖTZLI 72). Standortsähnliche, lichte Grat-Kiefernwälder; Kernero-Pinetum sylvestris et montanae (SCHWEINGRUBER 72); subalpine Pinus sylvestris engadinensis-Ausbildung (Abb. 160).

Schneeheide-Kiefernwald (Erico carneae – Pinetum sylvestris, Abb. 160)

Der submontan-montane (500–1300/1500 m) Schneeheide-Kiefernwald besiedelt zentralalpin die weniger extremen Trockenstandorte, während in den feuchten Rand- und Zwischenalpen die Schutzwald-Dauergesellschaft nur auf trockenen, sonnseitigen Kalk- und Dolomitstandorten mit gering entwickelten Rendzinen konkurrenzfähig ist (Reliktföhrenwald nach GAMS 30). Je nach Entwicklungsstadium schwankt die Wuchsleistung der Waldkiefer erheblich (10–30 m), meist baumförmige Mehlbeere, teilweise Stieleiche. Lockere Strauchschicht: Juniperus communis, Berberis vulgaris; in Pionier-Phasen: Cotoneaster tomentosus, Amelanchier ovalis. **CA.**: Carex humilis, Buphthalmum salicifolium, Brachypodium pinnatum, Teucrium chamaedrys, Polygala chamaebuxus, Carex alba, Gymnadenia odoratissima, Goodyera repens, Epipactis atrorubens. Untergesellschaften mit Peucedanum oreoselinum (tiefmontaner Extremstandort) und Schwarzkiefer (Alpenostrand). Nach SCHWEINGRUBER (73) in den Schweizer Nordalpen Erica carnea-reicher Kiefernwald (Föhntäler) mit Coronilla vaginalis, Seseli libanotis. Auch mit Vaccinium myrtillus, Sphagnum und Calluna (BARTOLI 61).

Blaugras-Kiefernwald (Seslerio variae-Pinetum sylvestris)

In der Haute-Provence (Castellane) und auf ligurischen Bergrücken bilden außerhalb des Lärchen- und Bergkiefern-Areals mesophile Waldkiefernwälder oberhalb der Buchenstufe die oberste Waldzone (1400–1800 m, OZENDA 66). Unter den mittelwüchsigen, häufig von Naßschnee gebrochenen Waldkiefern stellt sich regelmäßig Juniperus communis (Weideeinfluß) ein (Abb. 160). Durch das sommerliche Wolkenwaldklima sind die Stämme stark flechtig. Die hochmontanen Kiefernwälder mit wenig vitalem Tannennebenbestand sind grasreich: Brachypodium pinnatum, Festuca rubra, F. ovina, ferner Primula officinalis, Leucobryum glaucum. Die südliche Grenzeinheit ersetzt das Erico-Pinetum.

Geißklee-Waldföhrenwald (Cytiso nigricantis-Pinetum sylvestris, ELLENBERG-KLÖTZLI 72)

Im Unterwallis tritt an trockenen, basenreichen, sonnseitigen Standorten (300–800/1100 m) der Geißklee-Föhrenwald auf, der den wärmeliebenden Eichenmischwald nähersteht und keinen Steppenheidecharakter besitzt. Eiche spielt eine größere Rolle im Naturwald. Unter der mäßig wüchsigen Föhrenbaumschicht in der Strauchschicht Juniperus communis, Viburnum lantana; **K:**

Carex humilis, Geranium sanguineum, Hippocrepis comosa, Peucedanum cervaria, P. oreoselinum, Polygonatum odoratum, Pulsatilla vulgaris, Teucrium chamaedrys, Anthericum ramosum.

b) Silikat-Kiefernwald

Auch in dieser artenärmeren Silikat-Gruppe stehen die inneralpinen mehr xerophilen Einheiten den randalpinen eher mesophilen gegenüber.

Silikat-Erdseggen-Graslilien-Kiefernwald (Antherico liliaginis-Pinetum)

Tiefmontan (600–900 m) bestocken Silikat-Kiefernwälder (Vaccinio-Pinion) analoge Extremstandorte wie das Carici humilis-Pinetum (Pustertal, Putzer 67; Mayer-Hofmann 69). Auf den extremsten, südseitigen, felsigen Trockenstandorten mit initialen Böden ist der bodensaure Schneeheide-Kiefernwald noch nicht konkurrenzfähig. Meist lückige, krüppelige Kiefern-Bodenschutzwälder (5–15 m) mit Juniperus communis, Amelanchier ovalis (Fraxinus ornus, Quercus pubescens). Neben Carex humilis ausgesprochene Rohbodenbesiedler und thermophile, submediterrane Elemente: Dianthus sylvestris, Lactuca perennis, Melica ciliata, Silene otites, ferner Sempervivum arachnoideum, Campanula spicata. Untergesellschaften mit Arctostaphylos uva-ursi (montan-hochmontan), Erica carnea (weniger steile Standorte), Quercus pubescens (submontan, wüchsigere Standorte).

Silikat-Schneeheide-(Zwergstrauch-)Kiefernwald (Vaccinio-Pinetum sylvestris, Abb. 160)

In den zentralen Ostalpen und am Alpenostrand werden vom bodensauren Schneeheide-Kiefernwald analoge Silikat-Standorte wie vom Karbonat-Erico-Pinetum besiedelt (640–1000 m). In der artenarmen, acidophilen Zwergstrauchvegetation treten zu Erica carnea und Polygala chamaebuxus ausschließlich Säurezeiger: Avenella flexuosa, Calluna, reichlich Vaccinien und Moose: Pleurozium schreberi, Hylocomium splendens; eindringende Fichtenwald-Arten, (Cajander 09, Putzer 67, Mayer 74). In der tiefmontanen typischen Erica-Gesellschaft (640–1000 m) ist zur mittelwüchsigen Kiefer (18–23 m) gelegentlich Lärche eingesprengt. Neben Erica carnea-Herden Pyrola chlorantha, Goodyera repens. Die Vaccinium myrtillus-Ausbildung ist eine montane (900–1600 m) Dauergesellschaft schattseitiger Steillagen mit größerer Fichtenwaldnähe (Abb. 160); Luzula luzuloides, Melampyrum pratense et sylvaticum. Hochmontan-subalpin im Schweizerischen Nationalpark eine Vaccinium vitis-idaea-Ausbildung mit Pinus sylvestris ssp. engadinensis (Braun-Blanquet-Pallmann-Bach 54).

Alpenrosen-Kiefernwald (Rhododendro ferruginei-Pinetum sylvestris)

Der Silikat-Schneeheide-Kiefernwald mit Rhododendron ferrugineum bildet eine montane (800–1600 m) reliktische Dauergesellschaft an schattseitigen, felsigen Silikatstandorten. **CA.:** Alnus viridis, Calamagrostis villosa, Lophozia lycopodioides, Cetraria islandica und Vaccinien; hochmontan Zirbe eindringend. Diese eigenartigen Rhododendron-Tieflagen-Kieferwälder sind Reste frühpostglazialer Kiefern-Heide-Wälder. Im steiermärkischen Serpentingebiet auch mit Rhododendron intermedium, Poa stiriaca.

Heidekraut-Kiefernwald (Calluno vulgaris-Pinetum sylvestris, Ellenberg-Klötzli 72)

Am submontanen (400–600 m) Ostalpenrand (Mayer 74) und stellenweise in tiefmontanen (600–1100 m) Föhntälern der schweizerischen Nordalpen (auch Tessin) kommen auf sonnseitigen Felsköpfen und steinigen Rücken mit stark bodensauren, dürr-trockenen Podsolrankern geringwüchsige (10–15 m) lichte Kiefernwälder mit Viscum album-Befall vor. **K.:** Vaccinium myrtillus, V. vitis-idaea, Avenella flexuosa, Pteridium aquilinum; Prenanthes purpurea (Westalpen), Genista pilosa (ostalpin), spärlich Erica carnea, reichlich Moose: Polytrichum juniperinum, stellenweise Dicranum undulatum. Leucobryum glaucum-Ausbildung an besonders armen Standorten.

Flechten-Kiefernwald (Cladonio-Pinetum sylvestris)

Auf besonders extremen, sonnseitigen Rücken- und Felsköpfen stocken am Alpenostrand sub- bis tiefmontan (350–600 m) auf Gneis- oder Quarzit-, Podsol- bis Syrosemrankern aufgelockerte, krüppelige (4–8/10 m) Kiefern mit sehr starkem Viscum album-Befall. In der außerordentlich artenarmen Bodenvegetation bleiben sogar Zwergsträucher aus. Neben Avenella flexuosa reichlich Moose: Leucobryum glaucum, Dicranum undulatum, Ptilidium ciliare, Cladonia- und Cetraria-Arten. Verwandtschaft zu außeralpinen Kiefernwäldern (Dicrano-Pinetum) und zum bodensauren Eichenwald bei weniger extremen Ausbildungen (Abb. 160).

Torfmoos-Waldkiefern-Moorrandwald (Sphagno-Pinetum sylvestris)

An Hochmoorrändern tritt sub- bis tiefmontan durch reduzierte Vitalität der Fichte breitkronige Waldkiefer (10–20 m, Klötzli 67, Mayer 74) hervor, unregelmäßig beigemischt Eberesche, Moorbirke, Fichte. Reichlich Zwergsträucher: Vaccinium uliginosum, V. myrtillus, V. vitis-idaea, V. oxycoccus, Calluna vulgaris, Eriophorum vaginatum, Sphagnum-Arten, Aulocomnium palustre. Submontane Vikariante des Fichtenmoorrandwaldes.

3. Mesophiler Kiefernwald

Diese Gruppe besiedelt nicht so trockene Standorte in Kontakt zu montanen Schlußwaldgesellschaften, wenn Klimaxbaumarten noch nicht voll konkurrenzfähig sind. Intermediäre Mischböden mit weniger extremem Wasserhaushalt dominieren. Die Entwicklung zum klimaxnahen Schlußwald ist schon weiter fortgeschritten.

a) Pfeifengras-Waldkiefernwald (Molinio arundinaceae-Pinetum sylvestris, Etter 47)

Tiefmontan-submontan (400–900 m) bestockt im randalpinen Laubwaldgebiet die mäßig wüchsige Kiefernwaldgesellschaft wechseltrockene Mergel-Molassehänge und Rutschflächen; im Westen lokal Bergkiefer (Rehder 62). Regelmäßig Mehlbeere, im Nebenbestand Buche (mit zunehmender Hangstabilisierung), Bergahorn, Traubeneiche, Feldahorn, Eibe. **K.:** Carex flacca, Anthericum ramosum, Brachypodium pinnatum, Calamagrostis varia, Sesleria varia, Carex montana, ferner Weißerle, Aster bellidiastrum, Laserpitium latifolium, Cypripedium calceolus, in der extremen Initial-Ausbildung Peucedanum cervaria (auch Nationalpark Berchtesgaden, Lippert 66). Auf den rutschigen Mergelhängen ist die Waldkiefer im Vergleich zur Eiche der konkurrenzkräftigere Pionier.

b) Wintergrün-Kiefernwald (Pyrolo-Pinetum sylvestris, Ellenberg-Klötzli 72)

In den montanen (400–1200 m) Innen- bis Randalpen kommen auf Steilhängen mittelwüchsige Kiefernwälder mit nebenständiger Fichte vor. Die Bodenvegetation (Carex alba, Erica carnea, Goodyera repens, Orthilia secunda), speziell die Moosschicht (Hylocomium splendens, Pleurozium schreberi, Rhytidiadelphus triquetrus) weist mehr Säure- und weniger Trockenzeiger auf als im Erico-Pinetum, wodurch die größere Leistungsfähigkeit verständlich wird. Tessiner Variante mit Fichte, Weißerle (ohne Waldkiefer), Oxytropis campestris, Viola rupestris.

c) Orchideen-Kiefernwald (Cephalanthero-Pinetum sylvestris, Ellenberg-Klötzli 72)

Im tiefmontanen (600–800 m) schweizerischen Rand- und Voralpengebiet stockt an stabilen, aber noch nicht buchenfähigen, mäßig frischen Steilhängen ein Kiefernwald mit zahlreichen Orchideen (Cephalanthera longifolia, Epipactis helleborine, Orchis mascula) und Seggen (Carex

flacca, C. montana, C. alba), ferner Brachypodium pinnatum, Laserpitium latifolium, Melittis melissophyllum, Prenanthes purpurea, Sesleria varia. Molina litoralis belegt die Verwandtschaft zum Molinio-Pinetum und die fortgeschrittene Boden- und Vegetationsentwicklung.

VI. Bergahornwald

Bergahornwälder besiedeln am niederschlagsreichen Alpennordrand extremere Dauergesellschaftsstandorte als Bodenschutzwälder.

1. Hirschzungen-Bergahorn-Schluchtwald (Phyllitido-Aceretum)

Submontan-montan (500–1300 m) bestockt die charakteristische Dauergesellschaft luftfeuchte, schwach stabilisierte, schattseitige Steilhangschuttstandorte mit stark humosen Rendzinen, oft in Schluchten. Bergahorn und Esche dominieren, lokal Sommerlinde, Bergulme. **CA.**: Lunaria rediviva und Phyllitis scolopendrium, ferner Laubwaldarten (Mercurialis perennis, Galium odoratum, Saxifraga rotundifolia), Frische- und Stickstoffzeiger (Impatiens noli-tangere, Urtica dioica), Farnherden, Schuttzeiger (Asplenium viride, Cystopteris fragilis), Moose (Ctenidium molluscum, Mnium undulatum). In den Bayerischen Kalkalpen (Pfadenhauer 69) hochmontaner (1100–1400 m), hochstaudenreicher Blockwald mit Adenostyles alliariae, Bergulme.

2. Humus-Waldgeißbart-Bergahornwald (Arunco-Aceretum, Kuoch 54)

Diese dem Ahorn-Eschenwald nahestehende, buchenwaldnähere, randalpine Dauergesellschaft (600–1300 m) kommt auf steilen frischen, tonreichen Hängen mit oberflächlicher Krümmelrieselschicht vor (Abb. 149). Bergahorn, Esche und Buche dominieren. Vielschichtige Bodenvegetation mit Aruncus dioicus, Petasites albus, Dryopteris filix-mas, Polystichum aculeatum, im Westen noch Dentaria pentaphyllos et heptaphylla.

3. Turinermeister-Ahorn-Schluchtwald (Asperulo taurinae-Aceretum, Ellenberg-Klötzli 72)

In den Schweizer Alpen (750–1200 m) siedelt die montan-hochmontane Einheit auf nicht zu trockenen Blockhalden. Unter Bergahorn und Esche artenreiche Krautschicht mit Galium odoratum, Mercurialis perennis, Primula elatior, Viola biflora; ferner Aconitum vulparia, Aruncus dioicus, Chaerophyllum villarsii, Dryopteris filix-mas, Petasites albus, Salvia glutinosa, Stachys sylvatica, Allium ursinum, Übergang zum Linden-Mischwald.

4. Mehlbeeren-Ahornwald (Sorbo ariae-Aceretum, Ellenberg-Klötzli 72)

Selten in den niederschlagsreichen nördlichen Randalpen ist die hochmontane (1200–1400 m) Vikariante zum Phyllitido-Aceretum auf steilen Kalkhangschuttstandorten. Bergahorn, Esche und Mehlbeere mit Hasel-Unterwuchs bilden die obere Schicht; **K.**: Adenostyles glabra, Gymnocarpium robertianum, Crepis blattarioides, Ranunculus platanifolius. Laubmischwaldelemente: Aconitum vulparia, Cardamine heptaphylla, Galium odoratum, Lathyrus vernus, Lilium martagon, Mercurialis perennis. Auch an edaphischer Waldgrenze (Jura, Richard 68).

VII. Montaner Auwald

1. Weidengebüsche (Moor 58)

a) Weiden-Tamariskenbusch (Salici eleagno-Myricarietum germanicae)

Die strömungs- und überschüttungsfeste Pioniergesellschaft am Oberlauf der Flüsse besiedelt schlickhaltigen Feinsand.

b) Grauweiden-Sanddornbusch (Salicetum eleagno-daphnoidis, Hippophao-Salicetum)

Zwischen sommerlichen Nieder- und Mittelwasserstand bestockt die Gesellschaft untergrundfeuchte Kies- und Sandböden, die bei Mittelwasser schon überflutet sind. Hippophaë rhamnoides, Salix daphnoides, S. purpurea. Durch reichliche Wurzelbrut besitzt Hippophaë ein großes Regenerationsvermögen nach Hochwasser.

c) Mandelweiden-Korbweidengebüsch (Salicetum triandro-viminalis)

Am Mittel- und Unterlauf der Flüsse auf sandig-schlickigem Boden umgibt die natürliche Mantelgesellschaft den Silberweidenwald. **CA.:** Salix purpurea, S. alba mit reduzierter Vitalität. Das Gebüsch baut in Lücken des Weidenwaldes vorwaldartige Regenerationsstadien auf, bei großflächigem Kahlschlag auch länger dauernde Degradationsstadien.

2. Weichholzauwald (Abb. 149)

a) Silberweidenau (Salicetum albae, Wendelberger-Zelinka 52)

Standorte knapp über der Mittelwassermarke werden bis 800 m vor allem an Ufern saumweise besiedelt. Silberweide baut 15–25 (30) m hohe Uferschutz-Reinbestände (sehr leistungsfähig, 10–30 fm dgz) mit artenarmer Krautschicht auf: Urtica dioica, Rubus caesius, Galium aparine, Myosotis palustris.

b) Grauerlenau (Alnetum incanae, Aichinger 33)

Vom Oberlauf bis zum Mittellauf der Flüsse werden Standorte über dem Mittelwasser mit vorherrschenden Feinsand- und Schlickböden besiedelt. Bei den einschichtigen, meist reinen, bis 20 m hohen Beständen ist Fichte oft eingesprengt (Abb. 149). Lockere Strauchschicht mit Sambucus nigra, Prunus padus. Artenreiche Bodenvegetation: Aegopodium podagraria, Allium ursinum, Impatiens noli-tangere, Filipendula ulmaria, Stachys sylvatica. In den höheren Weißerlen-Eschenauen gedeiht schon wüchsig die Esche. **CA.:** Deschampsia cespitosa, Carex sylvatica, Cirsium oleraceum. Der montan-kolline Equisetum hyemale-Weißerlenwald setzt sich deutlich ab (Moor 58).

c) Landschilf-Grauerlenwald (Calamagrostio variae-Alnetum incanae, Ellenberg-Klötzli 72)

In der montanen (450–1000 m), bodenfeuchten, sehr artenreichen Gesellschaft dominieren trotz reicher Strauchschicht (Euonymus europaea, Prunus padus, Rubus caesius) Stickstoffzeiger: Aegopodium podagraria, Angelica sylvestris, Chaerophyllum cicutaria, Cirsium oleraceum, Glechoma hederacea, Petasites hybridus, Thalictrum aquilegifolium.

d) **Seggen-Grauerlenweald** (Carici remotae-Alnetum incanae, PFADENHAUER 69)

Den voralpinen Bacheschenwald ersetzt montan (800–1200 m) auf Flysch, an Bachrändern und Hangvernässungen mit sickernassen Gleyböden die Seggen-Einheit: Carex pendula, Equisetum telmateia, Veronica montana, Ranunculus platanifolius. Montan wird der Schwarzerlenbruchwald durch einen analogen **Weißerlenbruchwald** (Alnetum incanae caricetosum elongatae) mit einzelnen Hochstaudenflurenelementen (Senecio alpinus, Viola biflora) abgelöst.

e) **Veilchen-Weißerlenwald** (Violo-biflorae bzw. Agropyro canini-Alnetum incanae; ZOLLER 74)

Auf übersandeten Inn-Alluvionen differenzieren diese montane Ausbildung Melica nutans, Berberis vulgaris, Hieracium staticifolium auf grobkiesigem Untergrund.

E. Subalpine Stufe

Verbreitung (Abb. 161)

Tiefsubalpin dominiert in den Inner- und Zwischenalpen der **subalpine Fichtenwald.** Vom Alpenostrand bis in die nördlichen Südalpen (Col-Linie, einschließlich Vercors) reicht das zusammenhängende Areal. Im trockenen Schweizer Nationalpark fällt auf Dolomit die Gesellschaft sonnseitig aus. Gegen die sommertrockenen Südalpen löst sich das Areal weiter auf und ist fast reliktisch auf frischere schattseitige Standorte beschränkt; Mercantour, kleinflächiges Restvorkommen. Bei **randalpinen Vorkommen** ist durch die gedrückte Waldgrenze die Stufe nur schmal. In den südlichen Randalpen keilt der subalpine Fichtenwald von Osten gegen Westen aus und fehlt schon im Tessin. Der subalpine Fichtenwald wird in diesen Fehlgebieten von verschiedenen Gesellschaften ersetzt: Mehlbeeren- und Bergahorn-Buchenwald (West- und Südalpen), Lärchenwald (südliche Innenalpen, südlicher Alpenrand), Bergkiefernwald (Ligurische Alpen, nördliche Westalpen), hochmontaner subalpiner Kiefernwald (südlicher Alpenrand), subalpiner Tannenwald (Westalpen).

Der **hochsubalpine Lärchen-Zirbenwald** ist in den Westalpen auf die Innenalpen beschränkt, greift in den westlichen Ostalpen auf die Zwischenalpen über und erreicht in den Salzburger Kalkalpen die Randalpen. Ausgedehnte hochsubalpine Lärchenwälder grenzen vor allem in den Westalpen und in den Südalpen an das Lärchen-Zirbenwaldareal an. Typisch hochsubalpin sind noch Bergkiefernwälder in den West- und Südalpen, in den Ostalpen alternierend Latschenbuschwälder. Der auffälligste Vegetationswandel findet an der **Wald- und Baumgrenze** statt, durch den Übergang zu alpinen Zwergstrauchgesellschaften.

I. Tiefsubalpiner Fichtenwald

(Piceetum subalpinum, Abb. 161, 162, 163)

Das Arealzentrum befindet sich in den Innen- und Zwischenlagen der Ostalpen und der schweizerischen Westalpen sowie in den inneren nördlichen französischen Alpen (GENSAC 67). Im inneren Alpengebiet bilden subalpine Fichtenwälder eine deutliche Höhenstufe zwischen 1300/1400–1900/2000 m; lokalklimatische Grenzwerte 1200 m bzw. 2100/2200 m. Gegen die Randalpen sinkt die Obergrenze (1700–1600 m). Teilweise fehlen dort subalpine Fichtenwälder durch die geringe Gebirgshöhe oder durch die windbedingt gedrückte Waldgrenze. Am nördlichen

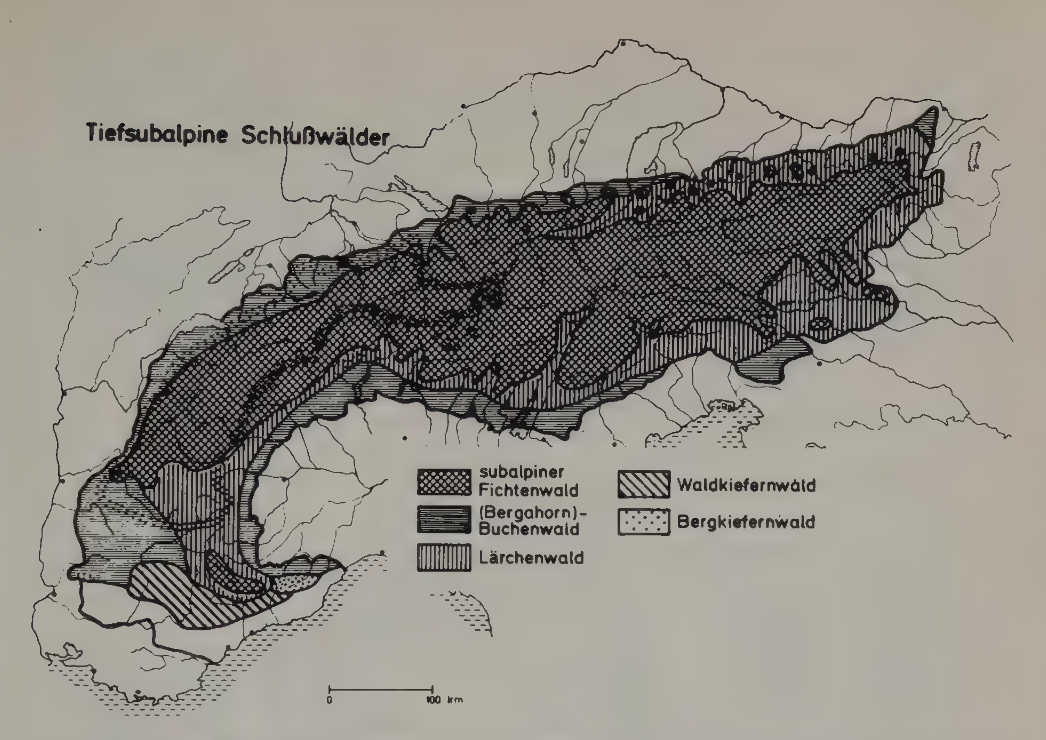


Abb. 161: Verbreitung der tiefsubalpinen Schlußwaldgesellschaften; subalpiner Fichtenwald, Alpenrosen-Lärchenwald, subalpiner Bergkiefernwald, subalpiner Bergahorn-Buchen-Tannenwald, subalpin-hochmontaner Kiefernwald.

Ostalpenrand bildet eine schmale, oft fragmentarische Fichtenwald-Stufe (1400–1600 m) vielfach die Waldgrenze, während schon am inneren Südalpenrand (teilweise Nordwestalpen) der subalpine Fichtenwald ausklingt, so daß Buche die Waldgrenze aufbaut (Karawanken, Venetianer Alpen).

Zur Abgrenzung der subalpinen und montanen Fichten-Schlußwälder reichen in einem breiten Übergangsbereich (1250–1650 m) vegetationskundliche Kriterien nicht immer aus (Mayer 74).

subalpiner Fichtenwald	montaner Fichtenwald
Individualcharakter durch lange schmale Spitzfichtenkrone in aufgelockerten, gestuften Beständen von langsamem Wuchs und kleinflächiger Verjüngung.	Kollektivcharakter durch breitere, kürzere Kronen und bessere Astreinigung in geschlossenen, stufungsarmen, raschwüchsigen Hochwaldbeständen und gleichmäßige Verjüngung.

Gliederung: Die bodensaure Homogyne-Gruppe und die bodenbasische Adenostylo glabrae-Gesellschaftsgruppe heben sich deutlich ab; intermediäre Gruppe nur angedeutet. Eine Sonderstellung nimmt der Hochstauden-Fichtenwald ein (Abb. 163). Trotz weiter Verbreitung und vielfältiger Gesellschaften sind subalpine Fichtenwälder physiognomisch einheitlich aufgebaut durch stete Dominanz der Fichte bei wechselnder Beimischung der Lärche. Die natürliche Bestandesentwicklung geht nach Katastrophen relativ rasch von lärchenreichen Initialphasen über Lärchen-Fichten-Übergangsphasen zu lärchenarmen bis lärchenfreien Fichten-Terminalphasen, da Lärche im Schlußwald aus Lichtmangel und verjüngungsökologisch durch Fehlen von Rohboden-Kleinstandorten nicht mehr konkurrenzkräftig ist.

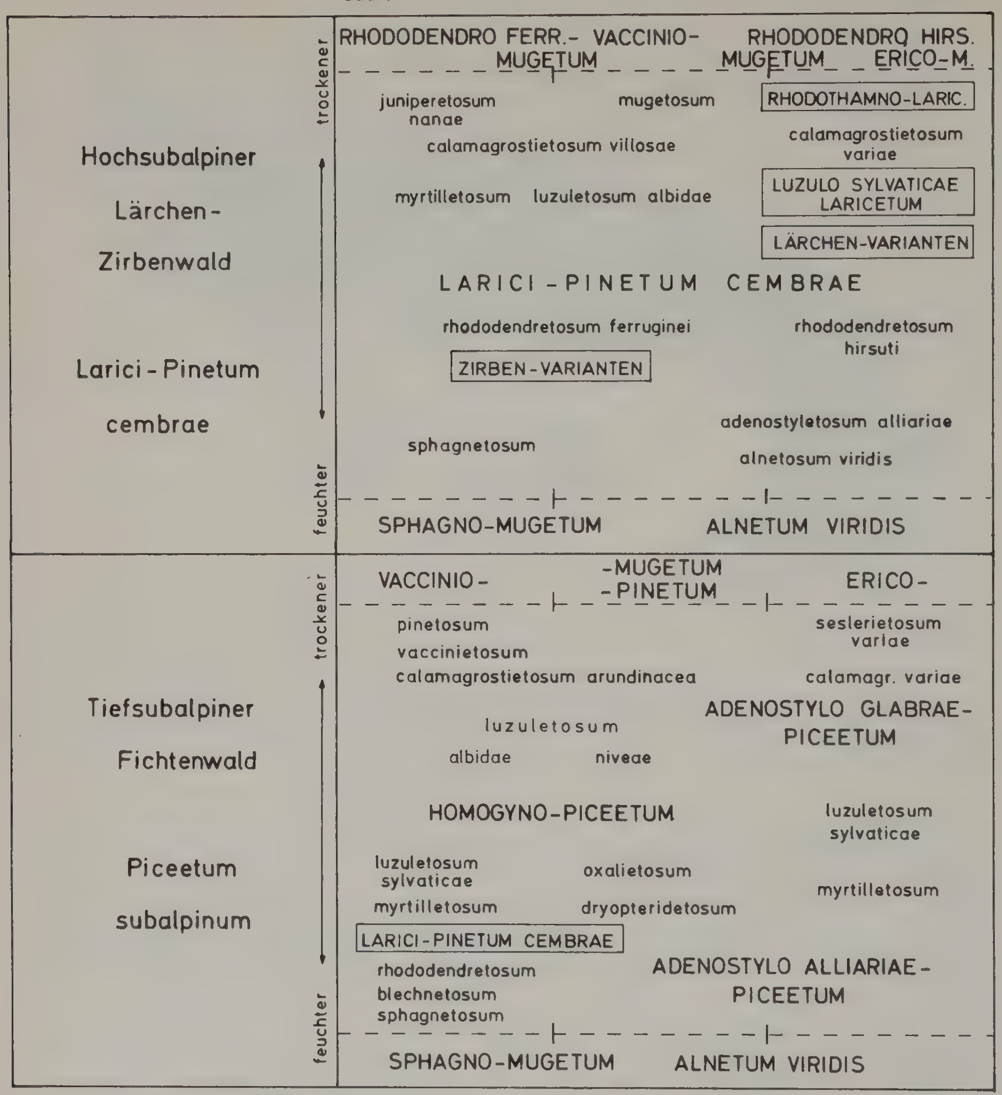


Abb. 162: Waldgesellschaftskomplex im Lärchen-Zirbenwald und subalpinem Fichtenwaldgebiet der Ostalpen (MAYER 74).

1. Subalpiner Silikat-Alpenlattich-Fichtenwald (Homogyno-Piceetum, ZUKRIGL 73, MAYER 74).

a) Subalpiner Heidelbeer-Fichtenwald (Homogyno alpinae-Piceetum myrtilletosum, Abb. 163)

Von den artenarmen, bodensauren Fichtenwäldern (Vaccinio-Piceion) stellt das Piceetum subalpinum myrtilletosum bei geringer Hangneigung (BRAUN-BLANQUET 54) den Prototyp des subalpinen Fichtenwaldes mit fortgeschrittener Boden- und Vegetationsentwicklung dar, ausgeprägte Podsolböden (dystrophe Tangelhumusrendzina), oft vollständig vertretene Charakterarten.

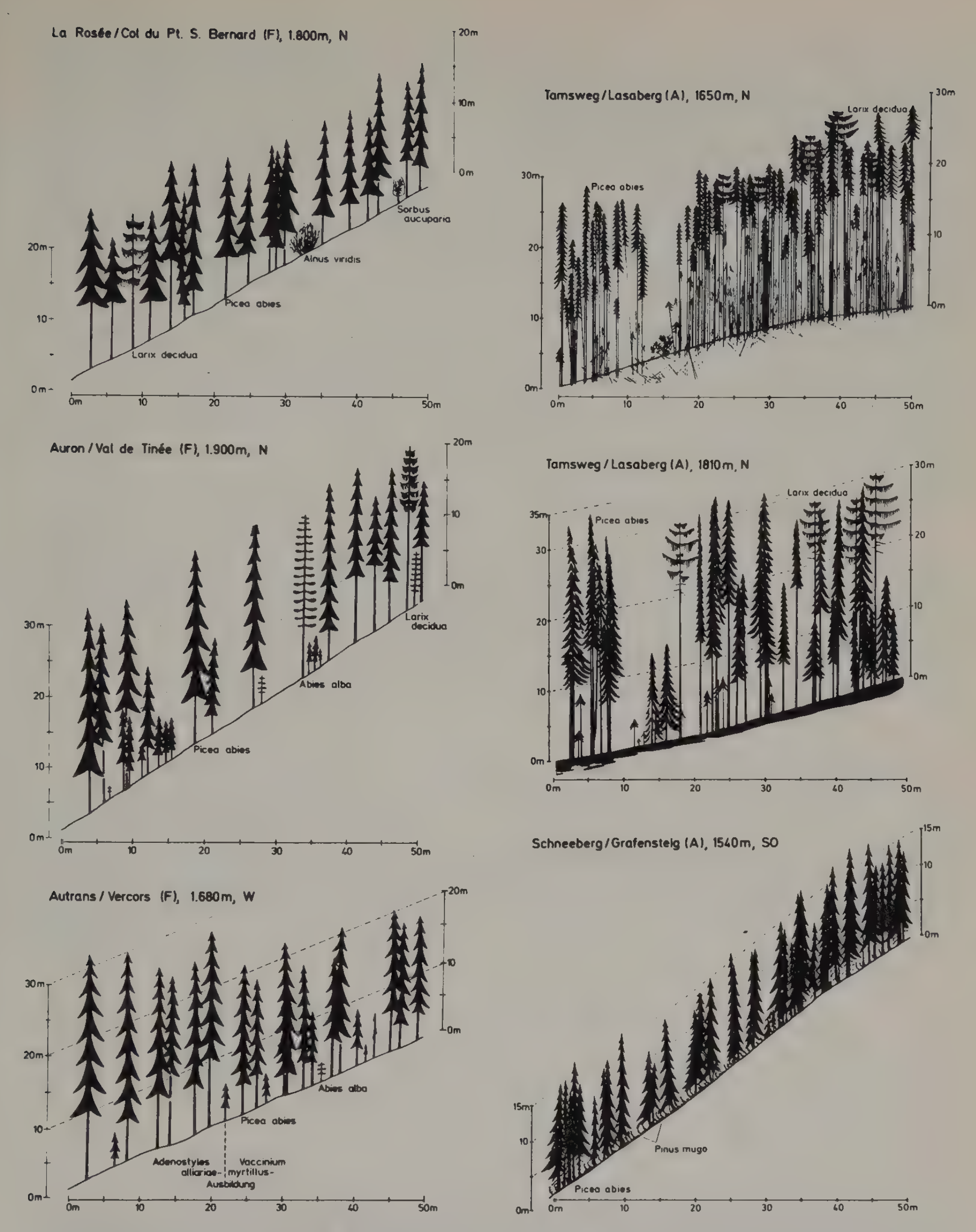


Abb. 163: Subalpiner Fichtenwald **Westalpen:** Die inneralpine Vaccinium myrtillus-Gesellschaft ist auf schneereiche Schattseiten mit Lärche und Grünerle nur mäßig wüchsig (La Rosée). Zwischenalpine reliktische Gesellschaft an Schattseiten in den Südalpen (Auron). Im Vercors fehlt im subalpinen Heidelbeer- und Hochstauden-Fichtenwald die Lichtbaumart Lärche. **Ostalpen:** Tamsweg: 100jähriger urwaldähnlicher Luzula sylvatica-Fichtenwald (1650 m) auf Glimmerschiefer im ökologischen Fichtenoptimum (100 m^2 Grundfläche, 1000 fm Vorrat). Der ökologisch stabile Bestand ist bestandesstrukturell extrem labil (MAYER 66). 250jähriger Heidelbeer-Spitzfichtenwald (1810 m) von gestuftem Gefüge mit überwachsenen, langsam ausfallenden Lärchen. Stabile Struktur mit teilweisem Rottengefüge (Tamsweg). Am Ostalpenrand tritt in einer schmalen Höhenstufe der Calamagrostis varia-Fichtenwald mit Latsche und Lärche an steilen Kalkhangschuttflanken auf (Schneeberg).

Die schmalkronigen Spitzfichten (25–30 m) erreichen noch beachtliche Wuchsleistungen (Abb. 163). Lärche selten bis fehlend an der oberen Arealgrenze, Zirbe beigemischt. Waldgrenzennah typische Fichten-Rottenstrukturen (MAYER 76, Abb. 219). In der moosreichen Zwergstrauchvegetation wuchert die Heidelbeere oft kniehoch. **CA.:** Listera cordata, Lycopodium annotinum, Moneses uniflora, Ptilium crista-castrensis, Luzula luzulina, Lophozia lycopodioides, Hylocomium umbratum. Häufig noch: Vaccinium vitis-idaea, Oxalis; reichlich Moose: Hylocomium splendens, Pleurozium schreberi. Verbreitung: Ostalpen (MAYER 74), Schweizer Nationalpark (BRAUN-BLANQUET-PALLMANN-BACH 54), Dolomiten, Alpenostrand (ZUKRIGL 73), Tarentaise (GENSAC 67), Savoyer Alpen (TREGUBOV 59). Französische Südalpen reliktisch, wobei Listera cordata durch Festuca flavescens ersetzt wird (BARTOLI 61). In den niederschlagsreichen Schweizer Nordalpen und im Tessin ist Sphagnum steter als in den subkontinentalen Ostalpen. Nach ELLENBERG-KLÖTZLI (72) ist das Sphagno-Piceetum calamagrostietosum villosae das subalpine Gegenstück zum montanen Sphagno-Piceetum. Auf Silikat-Blockhalden als Dauergesellschaft ein heidelbeerreiches Entwicklungsstadium: Lonicera nigra, Ribes petraeum, Cystopteris fragilis, Asplenium ruta-muraria; Linnaea borealis-Dominanz (inneralpin). Initialstadium mit Rhododendron ferrugineum.

b) **Waldsimsen-Fichtenwald** (Homogyno-Piceetum luzuletosum sylvaticae, ZUKRIGL 73)

Der Prototyp des Silikat-Fichtenwaldes in den östlichen Ostalpen an mäßig steilen, mineralkräftigen Glimmerschieferstandorten mit frischeren Moder-Hangbraunerden baut wüchsige Fichtenbestände (dgz 10 fm, bis 1000 Vfm) mit selten beigemischter Lärche (28–32 m) auf. Neben Luzula sylvatica ssp. sieberi kennzeichnen Oxalis, Dryopteris dilatata, Lonicera nigra, lokal Prenanthes purpurea eine gut entwickelte Moosschicht. Am Ostalpenrand subpannonische Variante mit Soldanella montana var. hungarica (Abb. 163): slowenische Pohorje (WRABER 63).

c) **Preiselbeer-Lärchen-Fichtenwald** (Larici-Piceetum, ELLENBERG-KLÖTZLI 72)

In den subalpinen (1400–1900 m) Innenalpen werden bei niederschlagsreicheren Gebieten mehr steile Südseiten (Osttirol, nördliche Westalpen), in Trockengebieten Schattlagen mit stark bodensauren Rohhumusböden besiedelt; zur Fichte gesellt sich regelmäßig Lärche (Zirbe, Pinus sylvestris ssp. engadinensis). In der Bodenvegetation dominieren Vaccinium myrtillus et vitis-idaea, Melampyrum sylvaticum (Linnaea borealis) und Moose (Hylocomium splendens, Dicranum scoparium, Pleurozium schreberi). Teilweise weidebedingte Degradationsstadien der Heidelbeer-Einheit, z. B. Osttirol. Westalpine Variante mit Vaccinium arctostaphylos uva-ursi (BARTOLI 61).

Zum subalpinen Gesellschaftskomplex der Silikat-Fichtenwälder gehören noch die Untergesellschaften mit Luzula luzuloides bzw. nivea, Calamagrostis villosa, Blechnum spicant, Sphagnum. Bei den Subassoziationen mit Oxalis, Luzula sylvatica, Dryopteris, Viola biflora mit eingeengter Höhenverbreitung (1400–1750 m) am niedrigen Alpenostrand ist die Verarmung an Charakterarten waldgeschichtlich bedingt (Oxali-Piceetum, MAYER-HOFMANN 69).

2. Subalpiner Hochstauden-Fichtenwald (Adenostylo alliariae-Piceetum)

Die nach Standort und Artengruppen-Kombination besondere Einheit ersetzt (inner- und) zwischenalpin das randalpine Aceri-Fagetum und ist an niederschlags- und schneereicheren Standorten auf gemuldeten Schatthängen (1400–1800 m) gut ausgebildet. Auf tonreichen Schiefern, Kalken und Mergeln mit frisch-feuchten Hangbraunerden ist der Hochstauden-Fichtenwald die typische subalpine Klimaxgesellschaft der nördlichen Randalpen (ZUKRIGL 73, TREPP 60) oberhalb des Aceri-Fagetum. Die astreine Fichte erreicht in den aufgelockerten Beständen (Abb. 163) die besten subalpinen Wuchsleistungen (25–30/35 m), selten Lärche. Grünerlenbuschwald und Hochstaudenflurelemente charakterisieren: Cicerbita alpina, Saxifraga rotundifolia,

Viola biflora, ferner Farne: Gymnocarpium dryopteris, Athyrium filix-femina, daneben Feuchtigkeitszeiger Impatiens noli-tangere, Chaerophyllum hirsutum, Petasites albus. Grünerle und Bergahorn bilden Vorwaldphasen. Ostalpin differenzieren: Aposeris foetida, Doronicum austriacum; westalpin Achillea macrophylla, Aconitum paniculatum (BARTOLI 1967). In den Schweizer Alpen mit größerer Vitalität der Hochstaudenflur überwiegen von Fichten überstellte Alpendostfluren im Gegensatz zu geschlosseneren ostalpinen Beständen (vgl. Churer Stadtwald, TREPP 60), folgerichtige Bezeichnung als Piceo-Adenostyletum durch ELLENBERG-KLÖTZLI (72, Abb. 163). In den trockeneren französischen Südalpen (GENSAC 67, 1600–1900 m) verarmt mit Saxifraga rotundifolia, Viola biflora, Peucedanum ostruthium. Durch die stark aufgelockerte Hochstaudenflur erwachsen die Bestände geschlossener (Abb. 163).

3. Subalpiner Karbonat-Alpendost-Fichtenwald

(Adenostylo glabrae-Piceetum subalpinum)

Auf Kalkhangschuttböden schreitet die Boden- und Vegetationsentwicklung auch subalpin weniger rasch fort, so daß die acidophilen Charakterarten mit engerer ökologischer Amplitude durch Nadelwald-Begleiter in der artenreichen Krautschicht ersetzt werden. Trotz eindringender Laubwaldarten und randlicher Stellung besteht ökologisch und bestandesstrukturell typischer subalpiner Nadelwaldcharakter.

Auf mäßig hangfrischen Moderrendzinen der Rand- und Zwischenalpen ist die Fichte von geringerer Wuchsleistung und die Lärche in der weniger gereiften Schlußwaldgesellschaft stet reichlich beigemischt. Vegetationsmosaik mit Kalkhangschuttbesiedler: Rubus saxatilis, Valeriana tripteris et montana, Clematis alpina, Veronica urticifolia. Naturrasenelemente (Sesleria varia). Typische Fichtenwaldarten fehlen weitgehend. Lokal bezeichnend: Luzula luzulina, Moneses uniflora, Homogyne alpina, Dentaria enneaphyllos. In den Julischen Alpen mit illyrischen Elementen: Homogyne sylvestris, Agrimonia agrimonioides, Anemone trifolia, ferner Helleborus niger, Saxifraga cuneifolia (WRABER 66). Am Alpenostrand kennzeichnen noch Cirsium erisithales und Senecio abrotanifolius (ZUKRIGL 73). Vergleichbar ist das Rubo saxatilis-Piceetum auf Karst-Plateaustandorten der Savoyer Alpen (TREGUBOV 59), auch Gentiana lutea; vgl. SCHWEINGRUBER (72).

Zum Gesellschaftskomplex (MAYER 74) gehören Untergesellschaften u. a. mit Luzula sylvatica (bodenfrisch), Sesleria varia (sonnseitige Kalkstandorte, Abb. 163), Vaccinium myrtillus (Kalkplateauflächen mit ausgeprägtem Standorts- und Vegetationsmosaik), Asplenium viride (Bergsturzgelände).

II. Hochsubalpiner Lärchen-Zirbenwald (Abb. 162, 164)

1. Silikat-Lärchen-Zirbenwald (Larici-Pinetum cembrae)

Verbreitung: Der hochsubalpine Lärchen-Zirbenwald bildet in den Innen- und Zwischenalpen die Waldkrone. Das inneralpine Arealzentrum deckt sich mit der größten Massenerhebung. Westalpin nur vereinzelt in den Zwischenalpen. In den inneren Berner Alpen (Schweiz) ist der Lärchen-Zirbenwald nur als sporadische Dauergesellschaft auf stabilen Blockhalden konkurrenzfähig (SCHWEINGRUBER 72). Im mittleren Ostalpenbereich weitet sich das Areal bis in die nördlichen Randalpen aus (Dachstein, Berchtesgadener Kalkalpen). Die Höhenstufe wird von den West- zu den Ostalpen schmäler:

Französische Westalpen	1800–2500 m
Schweizer Alpen	1700–2400 m
Westliche Ostalpen	1700–2300 m
Mittlere Ostalpen	1700–2000 m
Östliche Arealgrenze	1700–1900 m

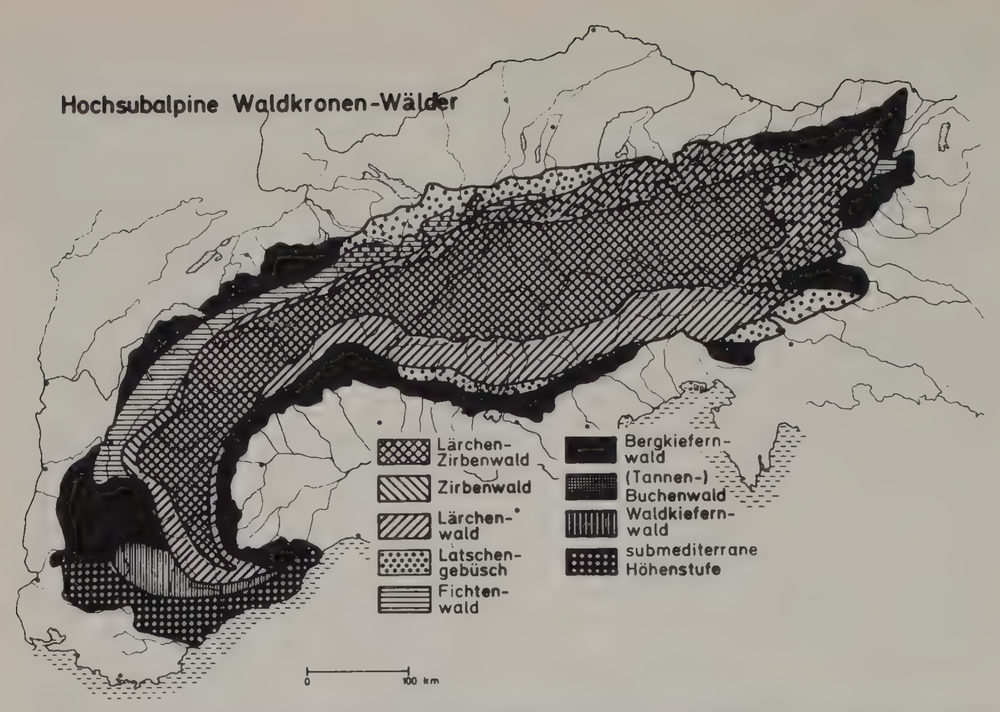


Abb. 164: Verbreitung der (hochsubalpinen) Waldgesellschaften an der Waldgrenze: Lärchen-Zirbenwald, Zirbenwald, Lärchenwald, Fichtenwald, Bergkiefernwald, Latschenbuschwald, subalpiner Waldkiefernwald, subalpiner Buchen- bzw. Tannenwald.

Selten bilden die Pionierbaumart Lärche und die Schlußwaldbaumart Zirbe ausgewogene Mischbestände. Dies geht zum Teil auf die Naturwaldentwicklung zurück, die von lärchenreichen Initialphasen über Lärchen-Zirben-Übergangsphasen zur zirbenreinen Terminalphase verläuft auf ausgeglichenen Hängen relativ rasch (200–400 Jahre), auf felsigen Extremstandorten sehr langsam (bis mehrere tausend Jahre). Ausgeglichenes Relief, standörtliche Wuchsbegünstigung, ungestörte Entwicklung fördern die Zirbe, die Lärche dagegen extremer und trockener Standort, felsiges Relief (Kalkplateau), Katastrophen und vor allem stärkerer anthropogener Einfluß.

a) Heidelbeer-Lärchen-Zirbenwald (Larici-Pinetum cembrae myrtilletosum, Ellenberg-Klötzli 72, Mayer 74, Abb. 165).

Die typische Schlußwaldgesellschaft durchschnittlicher Hanglagen stockt auf nicht zu nährstoffarmen Silikatgesteinen (Bündnerschiefer) mit mäßig entwickelten Podsolböden. Die meisten Standorte fielen der Alpweiderodung zum Opfer. Durch Nutzung und Beweidung finden sich selten geschlossene, naturnähere Bestände (Radurschltal/Ötztaler Alpen; Mayer et al. 77, Schiechtl-Stern 75, 79); Lärche nur eingesprengt bis fehlend durch die Zirbenkonkurrenz, bildet geschlossene wüchsige Bestände (20–25/28 m). Diese leistungsfähigste Zirbenwald-Gesellschaft erinnert nach Wuchs und Struktur an subalpine Fichtenwälder (Abb. 165; 50–70 m^2, 400–600/700 fm). In der Krautschicht dominiert mittel- bis hochwüchsig Vaccinium myrtillus, reichlich noch Homogyne alpina, etwas Calamagrostis villosa und vereinzelt Avenella flexuosa, sporadisch Vaccinium vitis-idaea; Luzula luzulina, Homogyne alpina, Oxalis acetosella, gelegentlich Linnaea borealis, lockere Moosschicht: Pleurozium schreberi, Hylocomium splendens, Lophozia lycopodioides. Rhododendron ferrugineum nur im Auflichtungsstadium.

b) Alpenrosen-Lärchen-Zirbenwald (Larici-Pinetum cembrae rhododendretosum ferruginei)

Aufgelockerte, parkähnliche Bestände geringerer Wüchsigkeit (10–20 m) wurden lange wegen der flächigen Dominanz als typisch angesehen. Der Lärchen-Zirbenwald mit rostroter Alpenrosenheide als Unterwuchs (Rhodoreto-Vaccinietum) tritt als natürliche Pioniergesellschaft an Bergstürzen, als klimaxnahe Gesellschaft bei stark bodensaurer Unterlage und bei verlangsamter Boden- und Vegetationsentwicklung an blockigen Standorten auf. Am weitesten verbreitet sind auf Durchschnittsstandorten anthropogen bedingte Regressionsstadien nach Auflichtung durch Nutzung oder stärkeren Weideeinfluß, da Rhododendron vom Weidevieh verschmäht wird. Inneralpine Grenzvorkommen (Abb. 176, Bosco di Salbertrand) mit typischer Rottenstruktur sind geringwüchsig (8–12 m). Randlicher südwestalpiner Zirbenwald (etwas Pinus montana) außerhalb des Lärchenareals mit Dominanz von Rhododendron-Vaccinium bei Chamrousse (Abb. 165, GILOT 72), in den Südalpen lärchenreicher (Abb. 165).

Die Calamagrostis villosa-Ausbildung mit Lärchen-Dominanz (Luzula luzulina, Avenella flexuosa) ist entweder ein flächiges regressives Entwicklungsstadium nach Brand, Kahlschlag, Beweidung oder Lawinenabgang oder ein natürliches Auflichtungsstadium an trockeneren sonnseitigen Hängen mit geringer Podsolierungsneigung. Weitere Untergesellschaften mit Luzula luzuloides (steile Sonnseiten), Pinus mugo (Blockhalden), Juniperus nana (Beweidung; BARTOLI 66), Alnus viridis (schneereiche Schattseiten), Pinus montana (inneralpiner Arealrand). Sekundäre Zirbenwälder im Fichtenwaldgebiet (JELEM-KILIAN 66).

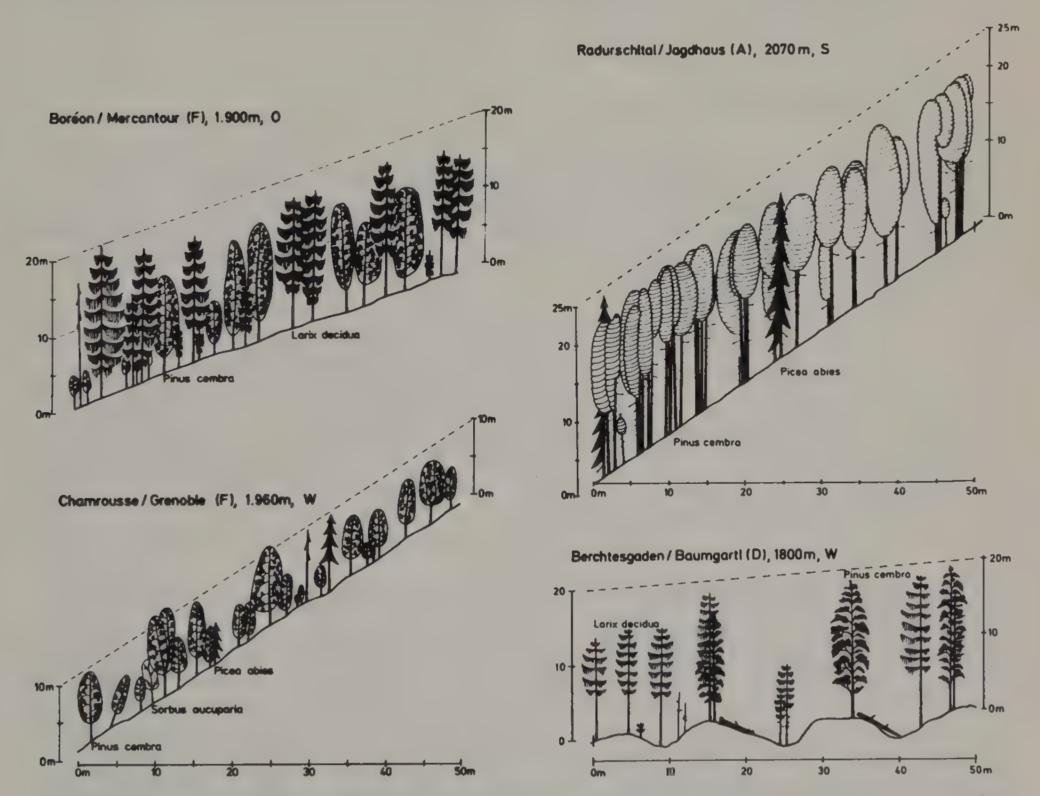


Abb. 165: Zirbenwälder. In den Westalpen belegt das Arealrandvorkommen im Reservat Mercantour einen lärchenreichen Silikat-Lärchen-Zirbenwald; der reine Zirbenwald Chamrousse liegt außerhalb der Lärchengrenze. Ostalpen: Im Radurschltal stocken wuchsoptimale geschlossene Zirbenwälder mit fichtenwaldähnlicher Struktur, während auf randalpinen Kalkplateaustandorten (Rhododendron hirsutum) die aufgelockerten Bestände geringwüchsig sind; Berchtesgaden.

2. Karbonat-Lärchen-Zirbenwald (Larici-Pinetum cembrae rhododendretosum hirsuti (Abb. 165)

Kleinflächiges Auftreten in den kalkreichen Rand- und Zwischenalpen (z.B. Salzburger Kalkalpen, MAYER 74, Abb. 165, Dolomiten, Graubünden) ist geologisch bedingt. Besonders typisch ist die Gesellschaft auf Hartkalk-Plateaustandorten zwischen 1700–2000/2100 m auf spaltengründiger, dystropher Tangelhumus-Rendzina verbreitet. In den stark aufgelockerten Plateauwäldern erreichen Zirbe und Lärche 10–20/22 m Höhe (300–500 Jahre); oft dominiert Lärche durch initiale Boden- und Vegetationsentwicklung, lockeren Schluß und bewegtes Kleinrelief. S.: Sorbus chamaemespilus, Lonicera caerulea, Pinus mugo, Alnus viridis beigemischt. Charakteristisches Vegetations- und Standortsmosaik durch anstehendes Kalkgestein. Rhododendron hirsutum dominiert, Rh. ferrugineum, auch Rh. intermedium. Neben typischen Rhododendro-Vaccinietum-Arten alpine Rasenelemente (Horminum pyrenaicum, Gentiana pannonica, Ranunculus montanus), bei Rohboden Sesleria varia und Senecio abrotanifolius, in Runsen des Karrenkomplexes: Adenostyles alliariae, Athyrium distentifolium bei anstehendem Kalk: Valeriana tripteris, Rubus saxatilis, Polystichum lonchitis. Bei schneereichen, schattseitigen, frischen Hanglagen Grünerlen-Ausbildung mit Bergahorn und Hochstauden: Adenostyles alliariae, Streptopus amplexifolius. Auf sonnseitigen flachgründigen Rücken tritt in mäßig wüchsigen (10–15/20 m), stark aufgelockerten lärchenreichen Beständen Pinus mugo hervor; Rhododendron hirsutum, Erica carnea, Rhodothamnus chamaecistus (ostalpin), Juniperus nana. Auf Block- und Geröllhängen eine natürliche Dauergesellschaft im Kontakt mit Latschenbestockungen. Latschenreiche Waldverwüstungsstadien nach Salinenkahlschlägen.

III. Lärchenwald (Laricetum)

Natürliche, reine Lärchenwälder treten, von kurzdauernden lärchenreichen Initialphasen abgesehen, außerhalb des Lärchen-Zirbenwaldareals seltener nordalpin, häufiger südalpin, vor allem in den Westalpen auf. Durch die geringe Konkurrenzkraft der Zirbe in den Südalpen und den langdauernden anthropogenen Einfluß existieren inneralpin ausgedehnte Lärchenwälder, deren Natürlichkeit Rohhumus-Pollenanalysen klären können (KRAL 71).

1. Karbonat-Lärchenwald außerhalb des Zirbenareals (Abb. 166)

a) Alpenrosen-Lärchenwald (Rhododendro hirsuti-Laricetum)

In den nordöstlichen Randalpen auf stärker zur Verkarstung neigenden Standorten. Vergleichbar dem Karbonat-Lärchen-Zirbenwald (Berchtesgaden, MAYER 59).

b) Lärchen-Blockwald (Asplenio viridis-Laricetum, Abb. 166)

In den hochmontan- bis tiefsubalpinen Dauergesellschaften auf schattseitigen, grobblockigen Hartkalk-Bergstürzen (MAYER 64) bildet Lärche die initiale Baumbestockung nach strauchreicher Pionierphase (Latsche, Grünerle, Sorbus aucuparia var. glabrata, Birke) und leitet die Entwicklung zum Fichtenschlußwald ein. Das Standorts- und Vegetationsmosaik ist noch ausgeprägter als im Karbonat-Lärchen-Zirbenwald: Rhododendron hirsutum, Valeriana tripteris, Homogyne alpina, Prenanthes purpurea. Hohlraumreichtum, Kaltlufteinfluß durch sommerliches Bodeneis und Flachgründigkeit verzögern die Entwicklung zum Schlußwald, nach Rohhumus-Pollenanalysen (MAYER 64) war beim Bergsturz Farrenleitenwand am feinskelettreichen Oberhang nach 3000 Jahren bereits der Luzula sylvatica-Fichtenschlußwald erreicht, am grobblockigen Unterhang erst ein Lärchenpionierstadium.

c) **Zwergalpenrosen-Lärchen-Kalkfelshangwald** (Rhodothamno chamaecisti-Laricetum, Zukrigl 73)

An montan-tiefsubalpinen Schattseiten (800–1700 m) der nord- und südöstlichen Kalkalpen fallen schwer begehbare Steilhang-, Felswand- und Schutt-Bestockungen mit Lärchen-Dominanz auf. In diesen natürlichen Refugialstandorten des montanen, lärchenarmen Schlußwaldgebietes ist Lärche mit Felsspaltbesiedlern vergesellschaftet (Potentilla caulescens, Primula auricula, Saxifraga aizoon). Die initiale, geringwüchsige (10 m) Dauergesellschaft charakterisieren Androsace lactea, Athamanta cretensis, Carduus crassifolius ssp. glaucus; weniger extreme Standorte Rhododendron hirsutum, Primula clusiana, Thlaspi alpinum; vgl. Rhodothamno-Rhodoretum hirsuti, Rhododendro-Mugetum.

d) **Natürlicher Lärchen-Wiesenwald** (Luzulo sylvaticae-Laricetum)

Die randalpine Dauergesellschaft außerhalb des Zirbenareals ist an schattseitige Steilhänge der nördlichen (südlichen) Kalkalpen mit relativ niedriger Fichtenbaumgrenze gebunden; Salzburger Kalkalpen, 1450–1620 m (Mayer 59), Schneeberg 1300–1350 m (Zukrigl 73). Auf den sehr steilen Hartkalkschuttstandorten mit mäßig frischen Moderrendzinen und geringer Boden- und Vegetationsentwicklung stockt eine natürliche Lärchen-Pionierbestockung (20–30 m, Urwaldrest Wasserkar, Mayer 57). Im gras- und krautreichen Unterwuchs mischen sich Elemente des Rostseggenrasens, Kalkschuttbesiedler und weniger typische Nadelwaldarten: Luzula sylvatica, Calamagrostis villosa, Festuca rubra, Carex ferruginea, Sesleria varia, Carex firma, Biscutella laevigata, Adenostyles glabra, Crepis aurea.

2. Silikat-Lärchenwald (Rhododendro ferruginei-Laricetum)

Natürliche Ausbildungen sind durch den starken Weideeinfluß sehr selten. Auf frischeren Hängen kommt die Vaccinium myrtillus-Ausbildung vor, bei felsigem Terrain und auf schuttreicheren Böden dominiert die dem Lärchen-Zirbenwald analoge Rhododendron ferrugineum-Einheit (Abb. 166).

a) **Zwergwacholder-Lärchenwald** (Junipero nanae-Laricetum, Ellenberg-Klötzli 72, Kuoch-Amiet 70, Bartoli 67)

Überwiegend weidebedingt bestockt er natürlich sonnseitige, felsige Standorte. **CA.:** Juniperus nana, Campanula barbata, Calluna vulgaris, Nardus stricta; südalpin noch Silene rupestris, Laserpitium halleri, meist sekundäre Ausbildungen.

b) **Sadebaum-Lärchenwald** (Junipero sabinae-Laricetum, Abb. 166)

In Osttirol mit speziellen Trockenrasenelementen: Festuca rupicola, Phleum phleoides, Sempervivum arachnoideum, Campanula spicata, Potentilla heptaphylla, Artemisia campestris (Wagner 79). An blockigen, sehr trockenen sonnseitigen Abbrüchen bildet das Junipero-Laricetum eine Waldpionierphase mit Dauergesellschaftscharakter; Gran Paradiso mit Astragalus centroalpinus.

c) **Sadebaum-Gesträuch** (Juniperetum sabinae, Braun-Blanquet 61)

Inneralpin (Gran Paradiso) besiedeln artenreiche, oft ausgedehnte Sadebaum-Gebüsche subalpin (1800–2400 m) flachgründige Schuttstandorte, trockene unterbestoßene Weiden und aufgelassene Wiesen. **CA.:** Amelanchier ovalis, Prunus mahaleb, Berberis vulgaris, Astragalus alopecuroides. An sonnseitigen, flachgründigen Fels- und Blockstandorten bildet die zentralalpine Einheit eine natürliche Waldpioniergesellschaft.

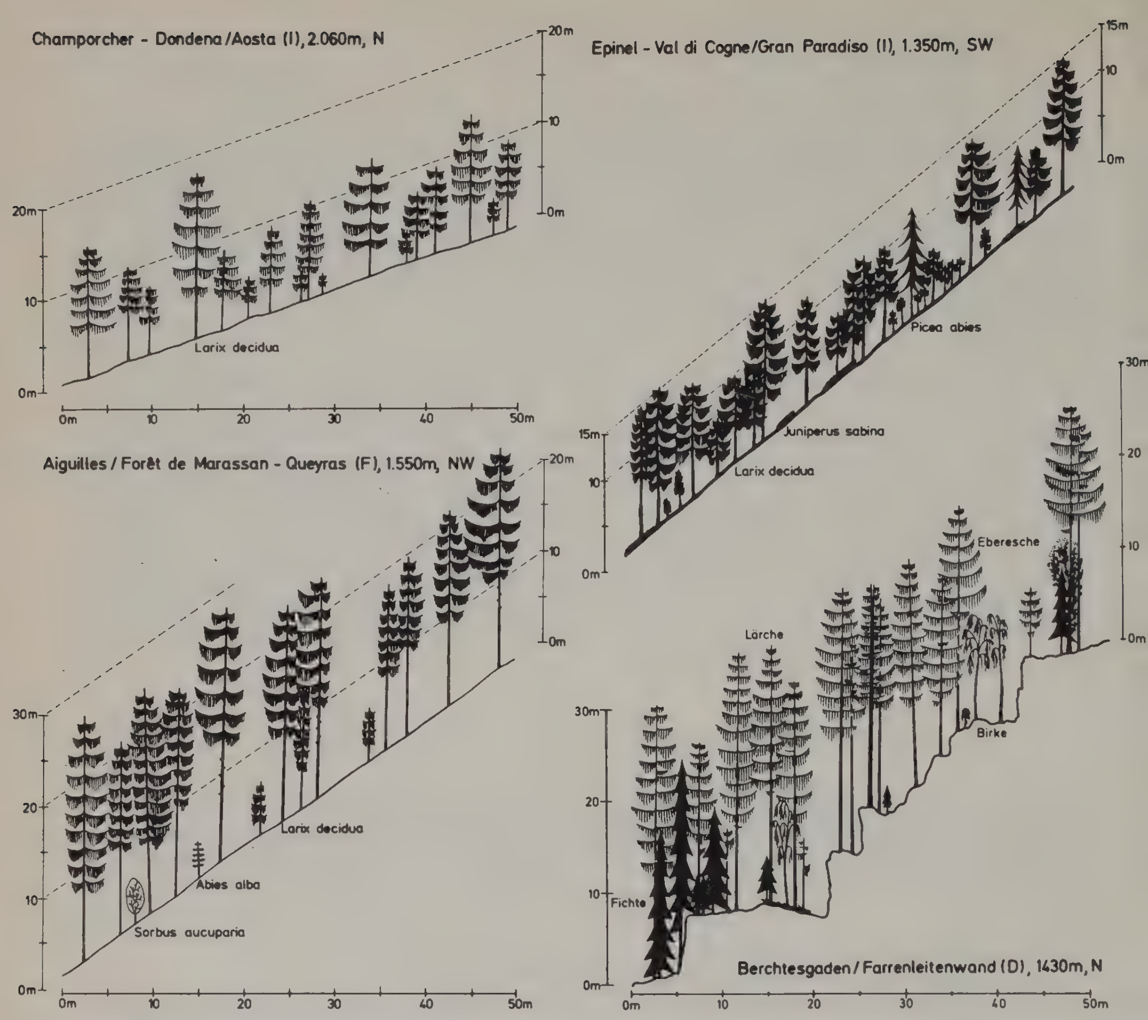


Abb. 166: Trotz ähnlicher Struktur ist das Laricetum von unterschiedlicher Leistungsfähigkeit. In Champorcher bildet ein Rhododendro ferr.-Laricetum ohne Zirbe und Fichte die Waldgrenze. Der wüchsige Silikat-Lärchen-Wiesenwald in Aiguilles stockt auf einem Luzulo-Abietetum-Standort (ohne Fichte). In Epinal kommt auf blockigem Steilhang ein Junipero sabinae-Laricetum als Dauergesellschaft vor. Der Karbonat-Bergsturz-Lärchenwald (Asplenio-Laricetum) ist ein initiales Entwicklungsstadium im subalpinen Fichtenwaldgebiet; Berchtesgaden.

IV. Bergkiefernwald (Pinetum montanae)

Wälder mit Pinus montana var. arborea (Bergkiefer, -spirke) ersetzen westalpin subalpine Schlußwälder auf trockenen, extremen Kalk- und Dolomitstandorten; auch montan auf Hochmooren. In den südwestlichen Randalpen bildet die Gesellschaft die Waldgrenze, auch im inneralpinen Trockengebiet (Cadel-Gilot 63). Das ausgedehnte westalpine Vorkommen strahlt in die Ostalpen bis zum Fernpaß und bis Berchtesgaden aus (Mayer-Schlesinger-Thiele 67). Latsche (Pinus mugo var. prostrata) mit Verbreitungszentrum in den Ostalpen, Karpaten und Dinariden tritt in den schweizerischen Alpen stark zurück.

1. **Schneeheide-Bergspirkenwald** (Erico carneae – Pinetum montanae, Braun-Blanquet 54, Ellenberg-Klötzli 72, Abb. 167)

Hochstämmiger Bergspirkenwald besiedelt in den subalpinen (1400–2300 m) Innenalpen und in den Nordwestalpen sonnseitige Kalk- und Dolomitsteilhänge mit trockenen Moderrendzinen und ersetzt das montane Erico-Pinetum. In den lockeren Beständen (8–15 m, bis 200 Jahre) gelegentlich Pinus sylvestris ssp. engadinensis, ausnahmsweise Lärche. **K.:** Vaccinium vitis-idaea, V. myrtillus, Juniperus nana, Homogyne alpina, Calamagrostis varia, Carex humilis, Daphne striata, Gymnadenia odoratissima, Polygala chamaebuxus, Sesleria varia; Carex humilis-Ausbildung in den Berner Alpen (Schweingruber 72) mit Rhamnus saxatilis (initiale Rohböden). Im Kernero saxitilis-Mugetum überschirmen räumdige Bergkiefern eine Felsspaltengesellschaft. Nationalpark Königssee Carex ferruginea-Ausbildung: Rhododendron hirsutum (Thiele 79, Abb. 167). Die Engadiner Bergföhrenwälder sind teilweise Waldersatzgesellschaften nach Salinen-Großkahlschlägen; kleinflächig natürliche Waldpionierphasen.

2. **Alpenrosen-Bergspirkenwald** (Rhododendro hirsuti-Pinetum montanae, Braun-Blanquet 54, Ellenberg-Klötzli 72)

Das großflächige Vorkommen im Schweizerischen Nationalpark (1750–2300) auf steilen, schneereichen Schattseiten mit frischeren Rohhumusböden alterniert mit der südseitigen Schneeheide-Einheit; reliktisch in tieferen Bergstürzen (Flims). Ostalpin vom Alpenrosen-Latschengebüsch abgelöst. **CA.:** Sesleria varia, Vaccinium uliginosum, Erica carnea, Carex alba, Dryas

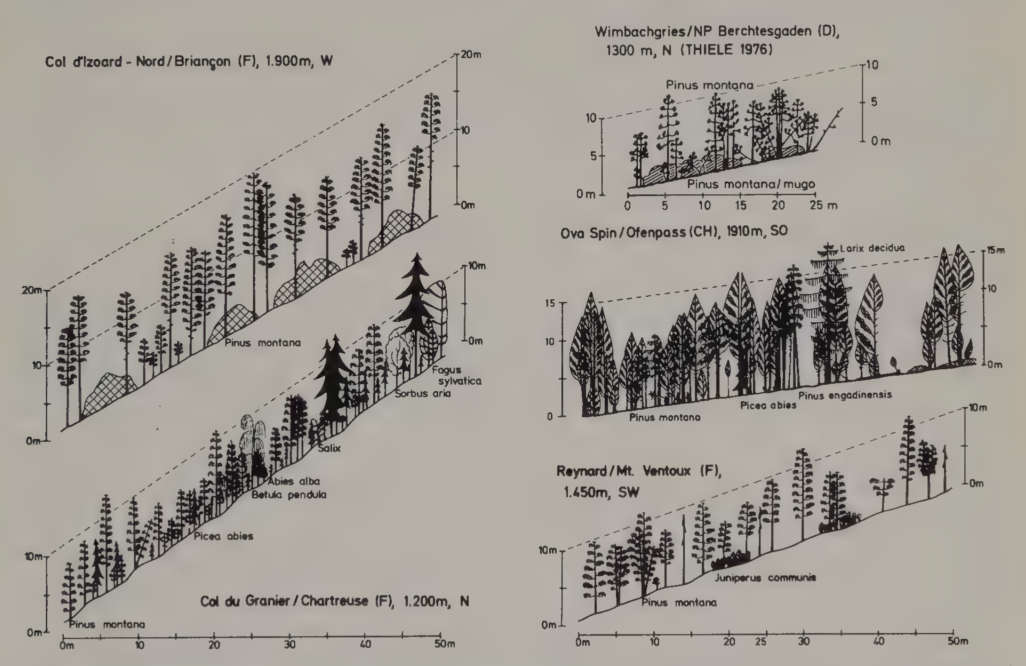


Abb. 167: Bergkiefernwald. Auf inneralpine Dolomitstandorte der subalpinen Stufe ist der Bergkiefernwald mit Vaccinium arctostaphylos uva-ursi die klimaxnahe Schlußwaldgesellschaft (Col d'Izoard). Der Schneeheide-Bergspirkenwald dominiert im schweizerischen Nationalpark (Ova Spin), z.T. natürlich auf extremeren Standorten, z.T. als Waldersatzgesellschaft nach Salinenkahlschlag auf Lärchen-Zirbenwaldstandorten. Randalpin tritt der Bergkiefernwald (Rhododendron hirsutum) an der Waldgrenze und auf Bergsturzstandorten mit Bodeneis als Dauergesellschaft auf (Mt. Granier). Am Mt. Ventoux am Rande der Provence bildet ein reliktischer Bergkiefernwald mit Juniperus communis, Sesleria varia die natürliche Waldgrenze. Die westliche Arealgrenze der Gesellschaft wird im Wimbachgries/Nationalpark Königssee-Berchtesgaden erreicht.

octopetala, Arctostaphylos alpina, Rhododendron intermedium; reichlich Vaccinium myrtillus, V. vitis-idaea, Luzula sylvatica, Pleurozium schreberi, Cladonia rangiferina. Zahlreiche Ausbildungen; in den Berner Alpen (SCHWEINGRUBER 72) mit Globularia cordifolia (schneereiche Lagen), Salix retusa (Blockhalden).

3. Bergkiefernwald mit rostroter Alpenrose
(Rhododendro ferruginei-Pinetum montanae, Abb. 167)

Schattseitige Gesellschaft (1300–2100/2300) auf kalten Rohhumusböden im Kontakt zum Lärchen-Zirbenwald. Besonders typisch an durch Kaltluft durchströmten Blockhalden (Eiskellern) und an kalten Felsstandorten der höchsten Juragipfel (Lycopodio-Mugetum, RICHARD 61). Durch starke Tangelhumusauflage mischen sich Kalk- und Säurezeiger. Neben Pinus montana und Sorbus chamaemespilus: Empetrum hermaphroditum, Vaccinium vitis-idaea, V. myrtillus, Homogyne alpina, Sesleria varia; **M.:** Hylocomium splendens, Pleurozium schreberi, Cetraria islandica, Dicranum scoparium (PAUTOU-VIGNY-GRUFFAZ 71).

4. Bergkiefernwald mit Bärentraube (Arctostaphylo uva-ursi-Pinetum montanae)

Dem Erico-Pinetum montanae nahe steht auf steilen Kalkstandorten (1500–2000 m) der subalpine Bergkiefernwald (5–15 m) mit Juniperus nana und Arctostaphylos uva-ursi in den niederschlagsarmen Südalpen (Briançonnais, CADEL-GILOT 1963, Abb. 167). Subalpin differenzieren: Senecio doronicum, Helianthemum grandiflorum, Anemone alpina, Dryas octopetala, Alchemilla alpina; Cotoneaster integerrima, Rhododendron ferrugineum. Begleiter: Globularia cordifolia, Plantago serpentina, Moneses uniflora, Thesium alpinum, Sesleria varia; in den Meeralpen auch Cytisus sessilifolius, Lavandula vera (BONO-BARBÉRO 70); feuchte Ausbildung mit Carex austroalpina. In den französischen Nordwestalpen auf feinerdereichen Schutthalden räumdige Ausbildungen mit Laserpitium siler et latifolium (RICHARD 1970).

5. Blaugras-Bergkiefernwald (Seslerio variae-Pinetum montanae)

Am nördlichen und westlichen Rand der Westalpen bestocken hochmontane bis subalpine Kalkstandorte grasreiche Bergkiefernwälder im Kontakt mit Naturrasen (Mt. Ventoux, GOBERT-PAUTOU 69; Abb. 167). Unter der mäßig wüchsigen (8–12 m) und lückigen Oberschicht von Pinus montana, Juniperus communis, Ribes alpinum, Cotoneaster integerrimus, Eryngium spina-alba, Teucrium montanum, T. chamaedrys, Polygala calcarea. Im Vercors (FAURE 68) kennzeichnen die mäßig wüchsige (5–10 m) Gesellschaft (1700–2000 m, Sorbo chamaemespili-Pinetum montanae) Juniperus nana, Arctostaphylos uva-ursi, Amelanchier ovalis, Arten des Seslerio-Semperviretum, häufig Anemone alpina, Thesium alpinum, Aster bellidiastrum, Dryas octopetala (AUBERT-BOREL-LAVAGNE-MOUTTE 65). Ähnlich eine montane Dauergesellschaft (800–1200 m; Vercors) mit Sorbus aria, S. mougeotii, Rhamnus alpinus, Amelanchier ovalis, Laburnum anagyroides (Daphno-Pinetum, MOOR 57).

6. Zwergwacholder-Bergkiefernwald (Junipero nanae-Pinetum montanae)

Die inneralpine Einheit (Briançonnais, 1850–2300 m, CADEL-GILOT 63) mit ausgeprägter Eigenständigkeit steht nahe der Sesleria-Gesellschaft und ersetzt die südalpin fehlende Erica-Gesellschaft.

Bärentrauben-Bergkiefernwald (BARBÉRO-QUEZEL 75). Montane xerophile Arten kennzeichnen: Arctostaphylos uva-ursi, Polygala chamaebuxus, Globularia cordifolia, Plantago serpentina sowie Cotoneaster integerrimus, Pulsatilla alpina; trockene Sonnseiten differenzieren: Astragulus

monspessulanus, Ononis cenisia, Carex hallerana, Senecio doronicum. Feuchtere Schattseiten mit Moneses uniflora, Sesleria varia, Soldanella alpina, Carex austroalpina (Abb. 167). Südalpine Ligusticum-Untergesellschaft (BONO-BARBÉRO-POIRON 67).

7. Tragant-Bergkiefernwald (Astragalo monspessulani-Pinetum montanae)

In westalpinen Trockeninseln (Briançonnais, CADEL-GILOT 63) gedeiht der subalpine Bergkiefernwald auf schattseitigen Steilhängen auch hochmontan (1400–1650 m), da der mesophile Kiefernwald die Arealgrenze erreicht und Fichte sowie Lärche durch zu große Trockenheit nicht konkurrenzkräftig sind. Die nur geringwüchsigen Bestockungen (5–12 m) differenzieren montane Arten in Strauch- (Juniperus communis, Amelanchier ovalis, Rhamnus alpina, Sorbus aria) und Krautschicht: Ononis rotundifolia, Lavandula vera, Ononis spinosa, Astragalus monspessulanus, A. sempervirens, Laserpitiun gallicum, Vincetoxicum hirundinaria, Onobrychis saxatilis. Begleiter: Arctostaphylos uva-ursi, Polygala chamaebuxus, Globularia cordifolia, Plantago serpentina.

8. Wacholder-Bergkiefernwald (Junipero communi-Pinetum montanae)

Am Südwestalpenrand bildet bei fehlender Lärche und Fichte über dem Kiefernwald der Bergkiefernwald hochmontan bis tiefsubalpin (1400/1500–1700/1800 m) die Waldgrenze (z. B. Mt. Ventoux, GOBERT-PAUTOU 69; Abb. 167); Ribes alpinum, Cotoneaster integerrimus; Eryngium spina-alba, Sesleria varia, Teucrium montanum, T. chamaedrys, Polygala calcarea (Lavandula vera), Festuca-Arten.

9. Torfmoos-Bergkiefernwald (Sphagno-Pinetum montanae/mugi)

Auf subalpinen bis montanen Hochmooren oder stark sauren Hangvernässungen finden sich lockere Bergspirkenbestockungen bis Kümmerfichtenbestände als Dauergesellschaften zwischen 500–1900 m im nördlichen Rand- und Zwischenalpengebiet (Alpenvorland). Flachgründige Hochmoortorfböden bzw. Gley-Podsolen bestocken geringwüchsige Bergspirken (westalpin 5–10/15 m) und bzw. oder Latschen (ostalpin). Moorbirke, Kiefer und Fichte dringen ein; selten spätglaziales Relikt Betula nana. Bei Dominanz säure- und nässeertragender Zwergsträucher (Vaccinium myrtillus, V. vitis-idaea) bemerkenswert: Vaccinium uliginosum, Melampyrum paludosum, Andromeda polifolia, Vaccinium oxycoccus, Molinia coerulea, Eriophorum vaginatum, Sphagnum-Arten (magellanicum, fuscum, acutifolium, recurvum, medium), Dicranum undulatum, Polytrichum commune. In den Berner Nordalpen (SCHWEINGRUBER 72) trockene Leucobryum glaucum-Ausbildung.

V. Engadiner Kiefernwald (Pinetum sylvestris engadinensis)

Die Engadiner Kiefer mit ihren glattrindigen, glänzend gelb-roten, schmalkronigen Schäften ist eine subalpine (reliktische) Unterart der Waldkiefer, die im Engadin und anschließenden Inntal bis zum Karwendel kleinflächige Spezialgesellschaften aufbaut.

1. Erdseggen-Engadiner Kiefernwald (Carici humilis-Pinetum engadinensis, BRAUN-BLANQUET et al. 54)

Die offene Pioniergesellschaft besiedelt hochmontan-tiefsubalpin (1500–2100 m) nach primären Schutt- und Raseneinheiten die extremsten Standorte mit austrocknenden Karbonatrohböden im schweizerischen Nationalpark. Unter lockeren Pinus sylvestris var. engadinensis-Beständen

(10–15/20 m) gedeihen Schutt-, Rasen- und Waldelemente: Saponaria ocymoides, Centaurea scabiosa var. pinetorum, Juniperus intermedia, Laserpitium krapfii, Erica carnea, Aethionema saxatile, Ononis rotundifolia, Kernera saxatilis, Hieracium staticifolium.

2. Preiselbeer-Engadiner-Kiefernwald

(Piceetum subalpinum pinetosum, Braun-Blanquet et al. 54; Vaccinio-Pinetum engadinensis)

Im schweizerischen Nationalpark (1400–1700 m) fehlen tiefsubalpin auf sonnseitigen, weniger extremen Hängen mit Pinus sylvestris var. engadinensis Steilhangbeständen (10–15 m) noch typische Fichtenwald-Arten. CA.: Vaccinium vitis-idaea, Melampyrum pratense, Goodyera repens, Calluna vulgaris, Calamagrostis villosa; reichlich Moose: Pleurozium schreberi, Dicranum scoparium; Cladonia-Arten.

VI. Latschenbuschwald

(Pinetum mugi, Mayer 74)

In den Ostalpen weit verbreitet, ist das Knieholz inneralpin auf kleinflächige, extreme Sonderstandorte an der Waldgrenze beschränkt, während in den nördlichen Rand- und Zwischenalpen mit Auflösung des Lärchen-Zirbenwaldes eine mächtiger werdende Höhenstufe (1800–2000/2200 m) entsteht. Reliktische Dauergesellschaften in Klammen sogar tiefmontan. Im Lawinengelände bildet das Latschengebüsch auf Kalk eine edaphisch bedingte Waldersatzgesellschaft. Eingehende Analysen können anthropogen bedingte und natürliche Vorkommen trennen.

1. Silikat-Alpenrosen-Latschenbuschwald

(Rhododendro ferruginei Pinetum mugi)

In den Innen- und Zwischenalpen tritt die kleinflächige Waldgrenzen-Dauergesellschaft im Kontakt zum Lärchen-Zirben- und Fichtenwald an flachgründigen Felsstandorten, auf Silikat-Blockhalden und auf Bergstürzen mit dystrophen Tangelrankern bis initialen Eisenpodsolen auf. Die artenarme Bodenvegetation unter dem Latschengebüsch entspricht weitgehend dem Silikat-Lärchen-Zirbenwald mit Säurezeigern Vaccinium myrtillus, V. vitis-idaea, V. uliginosum, Pleurozium schreberi. Montanes Sphagno-Pinetum m. ähnlich aufgebaut.

2. Karbonat-Alpenrosen-Latschenbuschwald

(Rhododendro hirsuti – Pinetum mugi)

Die rand- und zwischenalpine Einheit bildet über der natürlichen Waldgrenze eine oft breite Höhenstufe auf steileren Lagen und an sonnseitigen Standorten. Auf Proto- bis Tangelrendzinen entwickelt sich die typische basiphile Ausbildung (Aichinger 33): S. Lonicera coerulea, Sorbus chamaemespilus, Rosa pendulina. CA.: Rhodothamnus chamaecistus, Daphne striata, auch Erica carnea. In weniger steilen Lagen bei fortschreitender Rohhumusbildung und im Zentrum großer Latschenfelder die azidophile Rhododendron ferrugineum-Ausbildung: Rh. intermedium, Vaccinium myrtillus, V. vitis-idaea, Juniperus nana. Ausbildungen mit Salix reticulata und Arctostaphylos alpina. Vielfach großflächige Regressionsstadien nach Kahlschlag, Auflichtung, Wildbach- oder Lawinenerosion.

VII. Grünerlenbuschwald (Alnetum viridis)

In den niederschlagsreichen Rand- und Zwischenalpen kommt die montane bis subalpine (1400–2000 m) Einheit flächig auf feinerdereichen, schieferig-mergeligen Gesteinen vor, in den trockenen, kontinentalen Zentralalpen (RICHARD 68) auf feuchte Bachränder und Quellnischen beschränkt. Typisch sind schattseitige Steilhänge, schneereiche Leeseiten, erosionsanfälliges Rutschgelände, bodenfeuchtere Lawinenstriche mit wasserzügigen Mullhumus-Hangbraunerden. Alnus viridis, 2–6 m hoher Baumstrauch, dominiert, von Bergahorn, Sorbus aucuparia var. glabrata und Salices begleitet (appendiculata, waldsteiniana, glabra, hastata). Hochstauden dominieren (Adenostyles alliariae, Peucedanum ostruthium, Cicerbita alpina, Athyrium distentifolium), reichlich Farne (Dryopteris dilatata) und anspruchsvollere Feuchtigkeitszeiger (Streptopus amplexifolus). Geographische Differenzierung: in den südöstlichen Karawanken (AICHINGER 33) mit Cirsium carniolicum, Lamium orvala, in den Westalpen mit Achillea macrophylla, Aconitum paniculatum (RICHARD 67, 68). Bei Blaikenbildung baut Grünerle einen Pionierwald auf.

Subalpine Hochstaudenfluren (Adenostylo-Cicerbitetum) besiedeln noch extremere Standorte als der Grünerlenbuschwald (natürliche Saumgesellschaft) durch längere Schneelage und stärkere Bodenvergleyung. Voll entwickelte Hochstaudenflur mit Adenostyles alliariae, Cicerbita alpina, Rumex alpestris. Flächige Hochstaudenfluren an unterbeweideten, bodenfeuchten Almflächen leiten die Wiederbewaldung mit Grünerle ein.

VIII. Alpine Wald- und Baumgrenze (MAYER 76)

Als Waldgrenze wird die obere Grenze von Waldbeständen mit Waldcharakter von ausreichender Mindestgröße (Gruppe bis Horst) und genügendem Schluß (gewisses Waldinnenklima) angesprochen. Die Baumgrenze ist die Verbindungslinie der obersten, mindestens 5 m hohen Einzelbäume, die deutlich die mittlere Schneedeckenhöhe überragen (ELLENBERG 63).

Typen der natürlichen Wald- und Baumgrenze: Die verschiedenen Typen sind ökologisch nicht unmittelbar vergleichbar. **Allgemeinklimatische Grenze** auf durchschnittlichen Schlußwald-Standorten ohne geomorphologische, edaphische oder lokalklimatische Beeinflussung spiegelt repräsentativ die oberste Grenze des klimatisch möglichen Baumwachstums wider. Sie schwankt je nach Exposition im Ausmaß von ±50 (100) m; auf Schattseiten untere, auf Sonnseiten obere Grenzwerte (Abb. 168).

Lokalklimatische Grenze: Bei Frostlochkesseln und Gletschertälern Depressionen von einigen hundert Metern. In sonnseitigen, windgeschützten Mulden können ungewöhnliche Abweichungen bis 200–300 m registriert werden; z. B. Zirbe 2300/2700 m.

Orographische Grenzen (Felsen, Lawinen, Schuttreissen) erlauben kein Gedeihen des Waldes, z. B. Fuß der Watzmann-Ostwand 700 m. Edaphisch extreme Standorte (Blockhalden, Kare, Hochmoore) sind auch in tieferen Lagen waldfrei.

Aufbau der Waldgrenze: Der strukturelle Aufbau der natürlichen (potentiellen) und aktuellen Waldgrenze ist grundverschieden. In den Alpen wird gegenwärtig die Waldgrenze meist von einer Baum- und Krüppelgrenze mit jeweils 100 m Höhenabstand überlagert. Bei Naturlandschaften fallen Wald- und Baumgrenze bei ausgeglichenem Relief weitgehend zusammen. Wo noch Einzelbäume vital wachsen, kann sich durch gegenseitigen Schutz ein Wald von genügender Größe mit spezifischer Struktur und typischem Waldklima leichter entwickeln (SCHARFETTER 38, ELLENBERG 63). Bei ausgeglichenem Relief, wüchsigeren Standorten und unterdurchschnittlichem Almweideeinfluß decken sich auch in den Ostalpen natürliche (fast linienhaft verlaufend) Wald- und Baumgrenzen weitgehend (MAYER et al. 77). Auch im Oberengadin (HOLTMEIER 67) sind die breite Kampfzone (200–400 m) und ihr ungleichmäßiger Verlauf anthropogenen Ursprungs.

Massenerhebung und Klimacharakter (Abb. 168). Mit zunehmender Massenerhebung steigt in den Ost- (SCHARFETTER 38) und Westalpen (LANDOLT 77) die Höhengrenze. Die potentielle



Abb. 168: Potentielle Waldgrenze in den Alpen. Die aktuelle Waldgrenze liegt bis 400 m tiefer (nach NÄGELI 69, OZENDA 66, MAYER 76, LANDOLT 77).

Waldgrenze liegt am Alpenrand um (1600) 1700–1800 m, in den Zwischenalpen bei 2000 m. Der 2200 m-Grenzwert wird in den Zentralalpen überschritten, mit Ausnahme der Rhein-Adda-Furche im West-Ostalpen-Kontakt. Maximale Grenzwerte, 2400 m (2500 m), werden bei größter Massenerhebung erreicht; Wallis, zentrale französische Alpen, Bernina – Ortler. Die hohe zentralalpine Waldgrenze bewirken: niedrigere Schneehöhe, geringere Andauer der Schneedecke (2000 m: Nordalpen 280 Tage und Zentralalpen 200 Tage), geringere Bewölkung, längere Sonnenscheindauer und (um 1–2° C) wärmere Mittagstemperaturen (LANDOLT 77). Vom Westen nach Osten sinken mit abnehmender Massenerhebung die Höhengrenzen der Zirben in den italienischen Alpen deutlich (HOFMANN 70). Im äußersten Westen, Bosco di Salbertrand (Abb. 176), steigt der Zirbenwald bis 2400 m (Einzelbäume bis 2700 m), im Osten (Veltlin – Cadore) nur bis 2100 (2300 m). Obergrenze an der östlichen Arealgrenze (Zirbitzkogel) bei 1800/1900 m. Analoger Trend bei Lärche und Fichte. Selbst innerhalb einer Gebirgsgruppe wirkt sich zunehmende Massenerhebung aus (Berchtesgadener Kalkalpen, KÖSTLER-MAYER 70); Lärchen-Zirbenwald im Lattengebirge 1620 m, Watzmann 1850 m, Steinernes Meer 2000 m.

Waldgesellschaft und Baumart (MAYER 74): Die Waldgrenze wird von sehr unterschiedlichen Waldgesellschaften und Baumarten gebildet (Abb. 169). Am Ostalpenrand können Buchenwald, Bergahorn-Buchenwald, Fichten-Tannenwald, auch Fichten-Tannen-Buchenwald, ausnahmsweise subalpiner Fichtenwald, Bergkiefernwald und stellenweise Lärchen-Zirbenwald die Waldgrenze bilden, inneralpin überwiegend Lärchen-Zirbenwald.

Anthropogener Waldgrenzenrückgang (Abb. 170): Nach jahrhunderte- bis jahrtausendelanger anthropogener Beeinflussung bilden natürliche Waldgrenzen die Ausnahme. Stets ist mit einer geringeren bis stärkeren Depression der Waldgrenze durch Kahlschlag, Brand oder Weide zu rechnen, wobei Alprodungsgrenzen im tieferen Bergland eindeutig sind. KRAL (71) wies für das Dachsteinmassiv pollenanalytisch eine Absenkung der Waldgrenze seit dem subborealen Höchststand um 400 m nach, wobei die Waldgrenzendepression zu 40% klimatisch und überwiegend (rd. 250 m) durch den Menschen bedingt ist. Das natürliche Absinken der Grenze wurde durch den

Abb. 169: Höhenlage der Waldgrenze in den Ostalpen (nach SCHARFETTER 38). Während in den Innenalpen die obere Waldgrenze vom Lärchen-Zirbenwald gebildet wird, können im Randalpengebiet verschiedene Typen der Waldgrenzenbestockung auftreten: Subalpiner Buchenwald, subalpiner Fichtenwald, Lärchenwald, vereinzelt Lärchen-Zirbenwald (MAYER 74, 76).

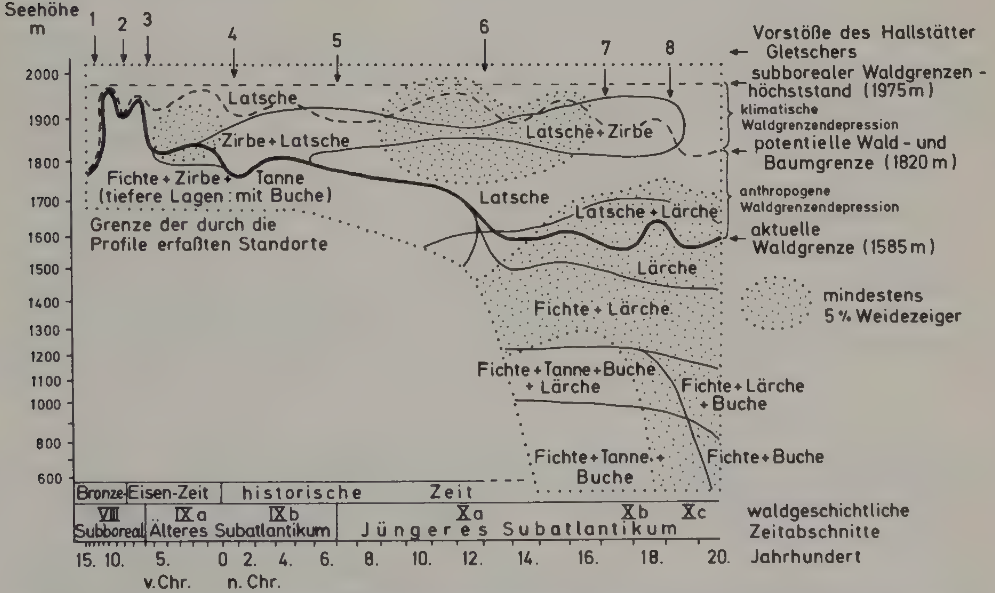


Abb. 170: Waldgrenzendynamik und Baumartenverteilung am Plateau und Nordabfall des Dachsteinmassivs seit ca. 1500 v. Chr. (aus KRAL 71). Der Waldgrenzenrückgang seit dem subborealen Waldgrenzenhöchststand (1975 m) bis zur aktuellen Waldgrenze (1585 m) beträgt rund 400 m, davon gehen 150 m auf klimatische und 250 m auf anthropogene Faktoren zurück.

Menschen erheblich verstärkt. In zentralalpinen Tälern Nordtirols liegt die aktuelle Waldgrenze im Mittel 120 m (Talanfang) bis 280 m (Talende), lokal sogar 400 m unter der natürlichen Waldgrenze. Im slowenischen Hochgebirge nimmt WRABER (70) einen Waldgrenzenrückgang um 200–400 m an. Stark entwaldete Sonnseiten in den Innenalpen spiegeln deutlich den intensiven anthropogenen Einfluß wider (Sellrain, Paznaun; Schweizer Urseren-Tal). Für die Schweiz wies MEYER (50/55) archivalisch eine Senkung der Waldgrenze bis 300 m durch Kahlschlag, Brandschatzung und Alpwirtschaft nach. In den Berchtesgadener Kalkalpen ging in den letzten 100 Jahren die Waldgrenze um 50 m zurück (KÖSTLER-MAYER 70).

IX. Alpin-subalpine Zwergstrauchgesellschaften an der Waldgrenze

In den Ostalpen nimmt von den Innen- zu den Randalpen mit sinkender Waldgrenze die Mächtigkeit des Zwergstrauchgürtels zu. Natürlich bildet er nur einen schmalen Saum von etwa 50–100 (150) m Höhenerstreckung über der Waldgrenze; Innenalpen 2250–2400 m, Randalpen 1800–2000 m. Diese natürlich baumfreien Standorte konnte der Lärchen-Zirbenwald bzw. subalpine Fichtenwald während des subborealen Höchststandes des Waldes weitgehend besiedeln. Eine gegenwärtig mächtigere Ausbildung des Zwergstrauchgürtels mit 200–400 (500) m Höhenerstreckung deutet auf sekundäre subalpine Waldersatzgesellschaften hin, die nach anthropogener Senkung der Waldgrenze entstanden (BRAUN-BLANQUET et al. 54, LIPPERT 60, SCHWEINGRUBER 72, LACOSTE 75).

1. Silikat-Alpenrosenheide (Rhododendro ferruginei-Vaccinietum myrtilli)

Die inner- und zwischenalpine Einheit besiedelt gut entwickelte Eisenpodsole auf nicht zu stark windexponierten, länger schneebedeckten Kleinstandorten. Charakteristisch für das mehrschichtige Alpenrosen-Beerkrautgesträuch: Lonicera coerulea, Luzula sylvatica ssp. sieberi, inneralpin Linnaea borealis; Calamagrostis villosa, Peltigera aphthosa, Empetrum hermaphroditum, Lophozia lycopodioides. Regelmäßig Vaccinium vitis-idaea, Homogyne alpina. Stark deckende Moosschicht: Hylocomium splendens, Pleurozium schreberi, Cetraria islandica, Cladonia sylvatica. Außerhalb von Lawinenbahnen leitet auf subalpinen Bergsturzhalden die initiale Pioniergesellschaft zum Lärchen-Zirben-Vorwald über.

2. Bodenbasische Alpenrosenheide (Rhododendro hirsuti-Vaccinietum myrtilli)

In den nördlichen Kalkalpen tritt auf länger schneebedeckten Kleinstandorten und dystrophen Tangelhumusrendzinen (1800–2000 m) das Alpenrosen-Gesträuch auf, ähnlich zusammengesetzt wie im Karbonat-Lärchen-Zirbenwald. Häufigere Arten: Sorbus chamaemespilus, ferner Horminum pyrenaicum, Sesleria varia, Senecio abrotanifolius, Rhodothamnus chamaecistus (ostalpin); meist eng verzahnt mit Alpenrosen-Latschenbeständen (LIPPERT 66; Vercors, RITTER 72).

3. Krähenbeeren-Rauschbeerenheide (Empetro hermaphroditi-Vaccinietum uliginosi)

Die niederwüchsige Zwergstrauchmatte überlagert das Rhododendro-Vaccinietum an inner- und zwischenalpinen (2000–2450 m) Silikatstandorten ohne extremen Windeinfluß bei ausreichender Schneebedeckung und ohne überdurchschnittliche Frosttrocknisgefährdung. **CA:** Lycopodium alpinum, Vaccinien und Rhododendron ferrugineum treten zurück. Flechten, reichlich Cetraria islandica, Cladonia uncinalis, Cl. rangiferina, Cl. pyxidata (verschiedene Ausbildungen, SCHWEINGRUBER 72).

4. Zwergwacholder-Bärentraubenheide

(Junipero nanae-Arctostaphyletum uva-ursi)

Die artenreiche Gesellschaft ersetzt die Alpenrosenheide auf sonnseitigen Lagen (1900–2400 m) im inneralpinen Silikatgebiet mit reifen Podsolen. Durch geringeren Windeinfluß schützt der Schnee vor Frosttrocknis. Das Artengruppengefüge belegt den trockeneren Standort (Weideeinfluß): Calluna vulgaris, Senecio abrotanifolius; daneben Arnica montana, Luzula luzuloides var. rubella, Campanula barbata, Nardus stricta. Die wacholderreiche Ausbildung an trockeneren Felspartien besiedelt als Pioniergesellschaft auch Silikat-Block-Schutt. Ein natürliches Regenerationsstadium bei Rückgang der Weide oder nach Brand ist ähnlich aufgebaut.

5. Windflechten-Gemsheide (Loiseleurio-Cetrarietum)

Oberhalb der aktuellen und potentiellen Waldgrenze (2100–2500 m) werden stark windausgesetzte, schneearme Standorte eingenommen, die stärkerer Austrocknung und winterlicher Frosttrocknis ausgesetzt sind. Typisch ist die Gesellschaft im Silikatgebiet auf flachgründigen Rankern entwickelt. Artenarme, an den Boden angepreßte Zwergstrauchgesellschaft: Loiseleuria procumbens, reichlich Flechten wie Cladonia cucullata, Cl. crispa, Cl. nivalis, Cl. sylvatica, Alectoria ochroleuca, A. nigricans, ferner Cetraria islandica, Thamnolia vermicularis, ferner Phyteuma hemisphaericum, Carex curvula und Sesleria disticha. In den östlichen Kalkalpen (Karawanken, AICHINGER 33; Berchtesgadener Alpen, LIPPERT 66) auf dystropher Tangelhumusrendzina kleinflächige Ausbildung mit Homogyne discolor. Am Alpenostrand ist die Gesellschaft extrem verarmt (WAGNER 67). Von einigen Flechten abgesehen, bleiben nur mehr Loiseleuria procumbens und Juncus trifidus übrig. Die Flechten zeigen differenziert Windhärte und Schneeschutz an (BRAUN-BLANQUET et al. 54). Äußerst windhart: Alectoria nigricans, A. chroleuca; windhart: Cetraria cucullata, Cl. crispa, Cl. nivalis, Thamnolia vermicularis; weniger windhart: Cladonia sylvatica, Cl. rangiferina, Cl. pyxidata; schneeschutzbedürftig: Stereocaulon alpinum, Peltigera venosa, P. aphthosa.

6. Zwergweidengebüsch (Salicetum helveticae)

Der inneralpine Weidenbusch besiedelt zwischen 2000–2300 m sehr steile Schattseiten und muldige Nordlagen mit langer Schneebedeckung (Lawinenkessel), so daß die Alpenrosenheide nicht mehr konkurrenzkräftig ist. **CA.**: Salix glaucosericea, beigemischt: Rhododendron ferrugineum, Luzula sylvatica ssp. sieberi.

F. Die Verbreitung der Waldgesellschaften und Waldgebiete

Innerhalb soziologisch-ökologisch einheitlicher Naturräume (Waldgebiete) treten immer wiederkehrende Gesellschaftskomplexe mit waldbaulich weitgehenden Parallelen auf. Die Waldgebiete spielen für die Forstwirtschaft, aber auch für Raumordnung und Landesplanung eine wesentliche Rolle; ostalpine Gliederung siehe MAYER et al. 71.

1. Ostalpine Vegetationsprofile

Kartierung der natürlichen Waldgesellschaften: Österreich (WAGNER 71), Bayern (SEIBERT 68), Slowenien (KOŠIR und WRABER 1970 n.p.), Italien (TOMASELLI 70). Die Detailkarten wurden

überarbeitet und der ostalpinen Waldinventur angepaßt (MAYER 77). Klimabedingte Schlußwaldgesellschaften ermöglichen als landschaftsprägende Leitgesellschaften eine fundierte Ausscheidung der Waldgebiete.

a) Vegetationsprofil östliche Ostalpen/Ostalpenrand
(ZUKRIGL 73, ABB. 171)

Gipfellagen 1800–2000/2200 m. Durch mäßig niederschlagsreiches Klima sind die Vegetationsgegensätze geringer als im Westen. Alpine Vegetation ist stark verarmt, der Latschenbuschwald auf verkarstungsanfälligen Kalkstöcken weit verbreitet. Die bis zum subborealen Höchststand der Waldgrenze vorhandene Zirbe fehlt heute; analog Murmeltier. Der subalpine Fichtenwald ist zwischenalpin am besten entwickelt, jedoch ohne Lärche im Osten, da die Hochlagen-Lärche im Subboreal von der bis in die Gipfelregion steigenden Fichte verdrängt wurde. Montan dominiert zwischen den randalpinen Fichten-Tannen-Buchenwäldern der Fichten-Tannenwald. Zwischenalpencharakter ist abgeschwächt, da auf Karbonat noch der Fichten-Tannen-Buchenwald gedeiht. Der submontane Buchenwald greift bis ins Alpenvorland hinaus; Eichen-Hainbuchenwald nur fragmentarisch. Spezifisch kennzeichnet der Schwarzkiefernwald am Alpenostrand.

b) Waldvegetationsprofil durch die mittleren Ostalpen
(MAYER-HOFMANN 69, MAYER 74, Abb. 172)

Im Profil München – Verona erreichen die Gipfel 3000–3700 m, Schneegrenze bei 2700–3000 m. Ausgeprägte montane Gesellschaftsdifferenzierung: Inneralpiner montaner Fichtenwald, zwischenalpiner Fichten-Tannenwald und randalpiner Fichten-Tannen-Buchenwald, der in den äußeren Venetianer Alpen durch den Buchenwald abgelöst wird. Subalpine Fichtenwald- und Lärchen-Zirbenwaldstufe sind inneralpin am mächtigsten entwickelt, wobei der Fichtenwald weiter gegen die Randalpen vordringt. Der randalpine Latschenbuschwald ist eine Waldersatzgesellschaft seit dem Subboreal. Am Alpennordrand grenzt der mitteleuropäische Buchenwald an. In den Südalpen tritt zwischenalpin eine kolline Kiefernwaldstufe auf und gegen die Randalpen wird der submediterrane Mannaeschen-Hopfenbuchen-Buschwald immer mächtiger. Der in der Poebene angrenzende Stieleichen-Hainbuchenwald besitzt ausklingenden mitteleuropäischen Charakter.

2. Westalpine Vegetationsprofile

Kartierung der natürlichen Waldgesellschaft: Schweiz (SCHMID 43–50, 61), Italien (TOMASELLI 70), Frankreich: Südalpen (OZENDA 66, 81), Nordwestalpen (DOBREMEZ et al. 74), ferner zahlreiche französische Detailkarten: Documents pour la Carte de la Végétation des Alpes, resp. Cartographie écologique Grenoble. Eine Vegetationskarte der gesamten Alpen ist in Vorbereitung (OZENDA).

a) Schweizer Alpen (KUOCH 54, Abb. 173)

Die montane Gesellschaftsfolge: inneralpiner Fichtenwald, montaner Fichten-Tannenwald und buchenreiche Randalpen ist ähnlich wie ostalpin mit bezeichnenden Verschiebungen in der Nadelwaldstufe: Subalpiner Fichtenwald und Lärchen-Zirbenwald sind nur noch inneralpin und in den nördlichen Zwischenalpen verbreitet. Im Süden besiedeln Lärchenwald, Bergahornwald und auch Buchenwald subalpine Hochlagen. Die zentralalpine Kiefernwaldregion breitet sich durch die große Sommertrockenheit aus. Bergahorn-Eschenwald nur in den feuchten nördlichen Randalpen. Im niederschlagsreichen Tessin hat die Eichenmischwaldstufe eher mesophilen Charakter.

Östliche Ostalpen - Ostalpenrand

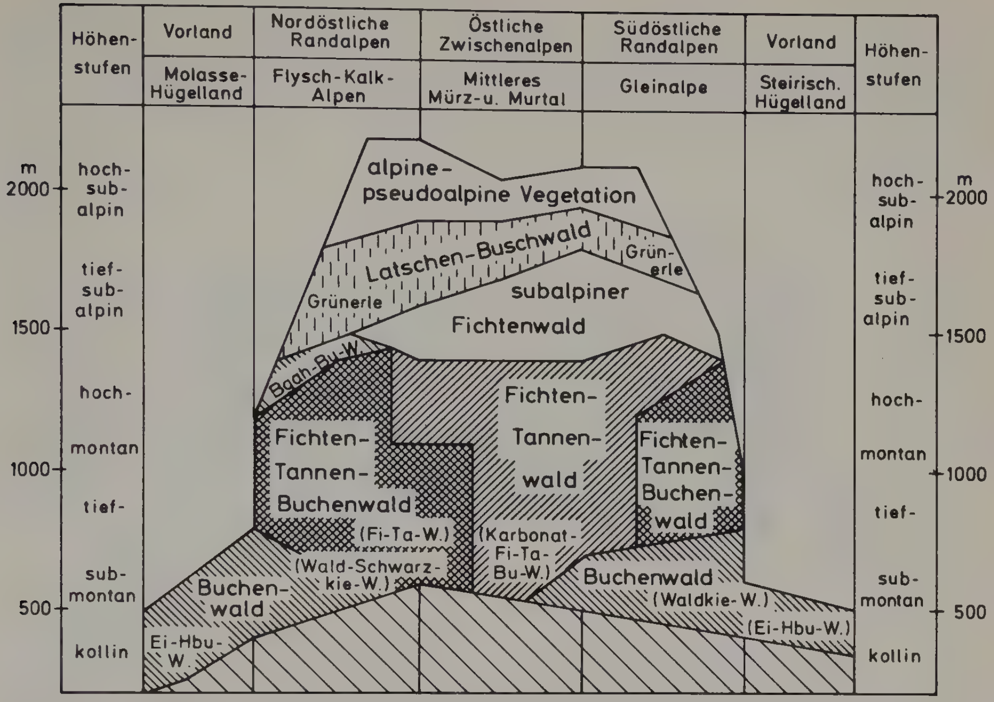


Abb. 171: Vegetationsprofil durch die östlichen Ostalpen nahe des Ostalpenrandes (nach ZUKRIGL 73 verändert). Die zwischenalpine Fichten-Tannenwaldzone zwischen den randlichen Fichten-Tannen-Buchenwäldern ist tiefmontan nur noch schmal, wobei auf Karbonat-Standorten noch reliktisch Fichten-Tannen-Buchenwälder auftreten. Die Fichtenstufe ist nur im Südosten mächtiger.

Nord- und Südabfall der Mittleren Ostalpen

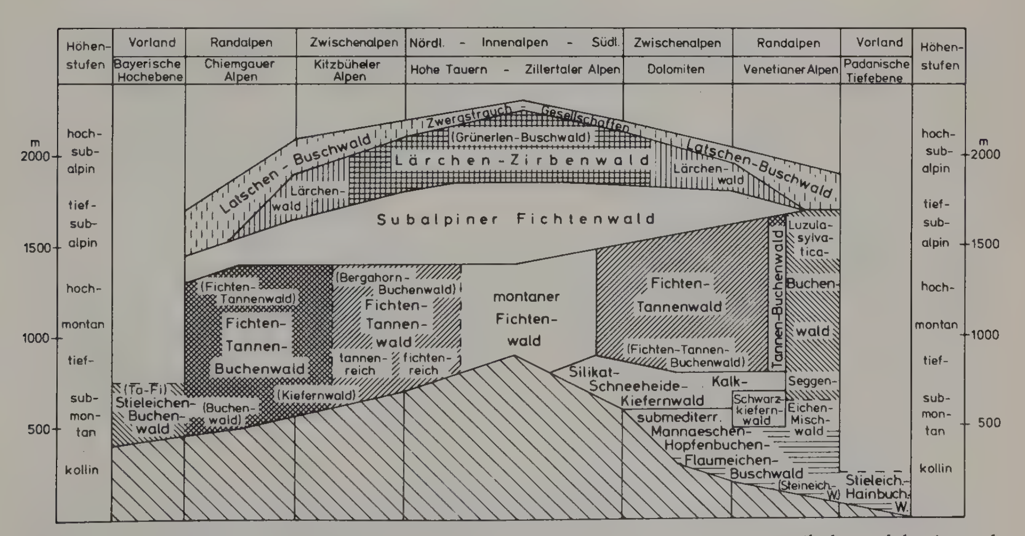


Abb. 172: Waldvegetationsprofil durch die mittleren Ostalpen (MAYER 74). Vertikale und horizontale Gliederung sind deutlich ausgeprägt.

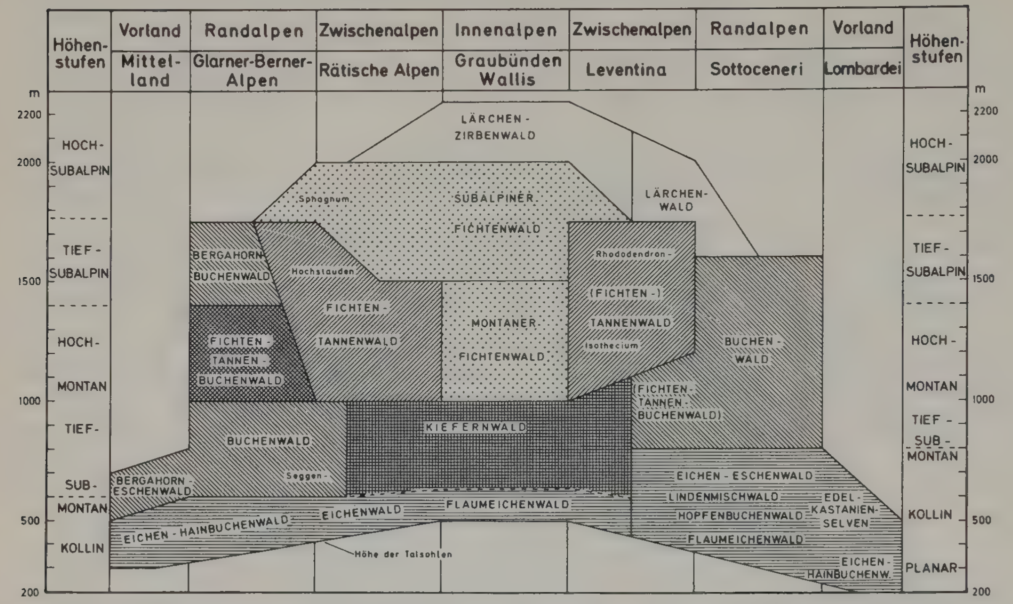


Abb. 173: Waldvegetationsprofil durch die Schweizer Alpen (nach KUOCH 54). Mit dem Ostalpenprofil bestehen Parallelen durch buchenreiche Randlagen, tannenreiche Zwischen- und fichtenreiche Innenalpen. Der Buchenwald ist im Süden wie im Norden konkurrenzkräftiger. Der zentralalpine Kiefernwald ist charakteristisch entwickelt.

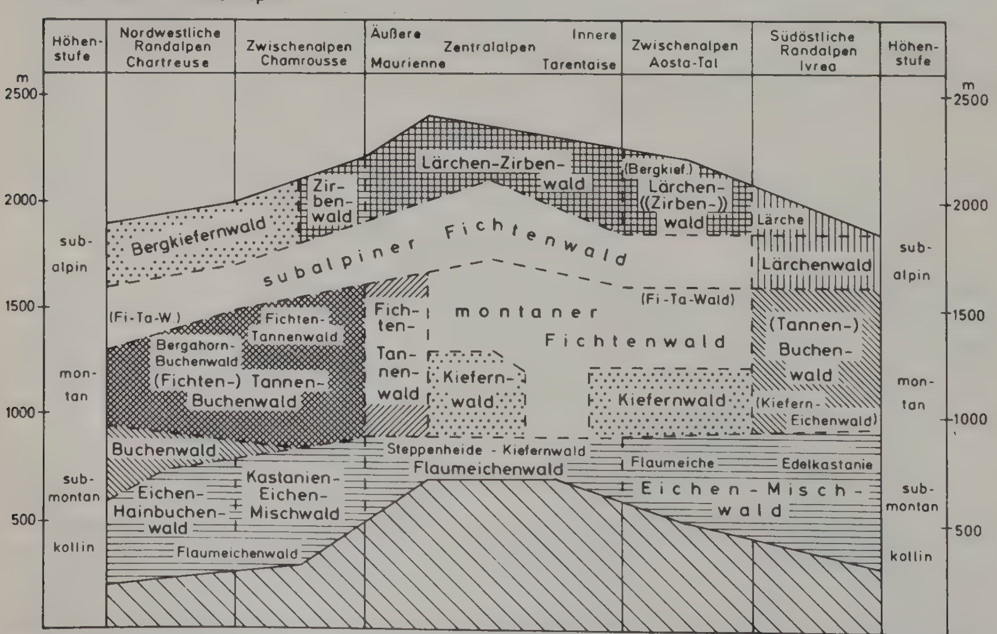


Abb. 174: Vegetationsprofil durch die nördlichen Südwestalpen; Chartreuse (FAURE 68), Chamrousse (GILOT 72), Maurienne (BARTOLI 67), Tarentaise (GENSAC 67, 70), Aosta-Tal und Randalpen (HOFMANN n. p.). Die montane Stufe ist stark differenziert.

b) Nördliche Südwestalpen (Abb. 174)

Die weithin typisch montane Gesellschaftsabfolge besteht zwar noch, aber in den Zentralalpen bleiben Fichten-Tannenwald und montaner Fichtenwald immer mehr auf Schattseiten beschränkt, da der Kiefernwald bei zunehmender Trockenheit konkurrenzkräftiger wird. Den subalpinen Fichtenwald ersetzt in den südlichen Randalpen der Lärchenwald. Die Waldkronenbestockung mit Bergkiefernwald (Norden), lärchenfreiem Zirbenwald, Lärchen-Zirbenwald und Lärchenwald (Süden) ist heterogen. Kollin setzt sich bis auf die feuchteren südöstlichen Randalpen der Flaumeichenwald immer stärker durch.

c) Mittlere Südwestalpen (Abb. 175, 176)

In der typischen Trockeninsel von Briançonnais fällt der montane Fichtenwald weitgehend aus und wird durch den Waldkiefern- und Bergkiefernwald ersetzt, zwischenalpiner Fichten-Tannenwald auf Schattseiten noch reliktisch, in den südlichen Randalpen reiner Tannenwald ohne Fichte. Der subalpine Fichtenwald ist zwischenalpin nur in Nordstaulagen typisch entwickelt. Die Waldkrone wird vom Buchenwald, Bergkiefernwald, Lärchen-Zirbenwald oder Lärchenwald aufgebaut. Submediterran ist die Flaumeichenwaldstufe am Südwestrand mächtig entwickelt; randlich mediterraner Steineichenwald. In den Cottischen Randalpen ein mesophiler Edelkastanien-Mischwald.

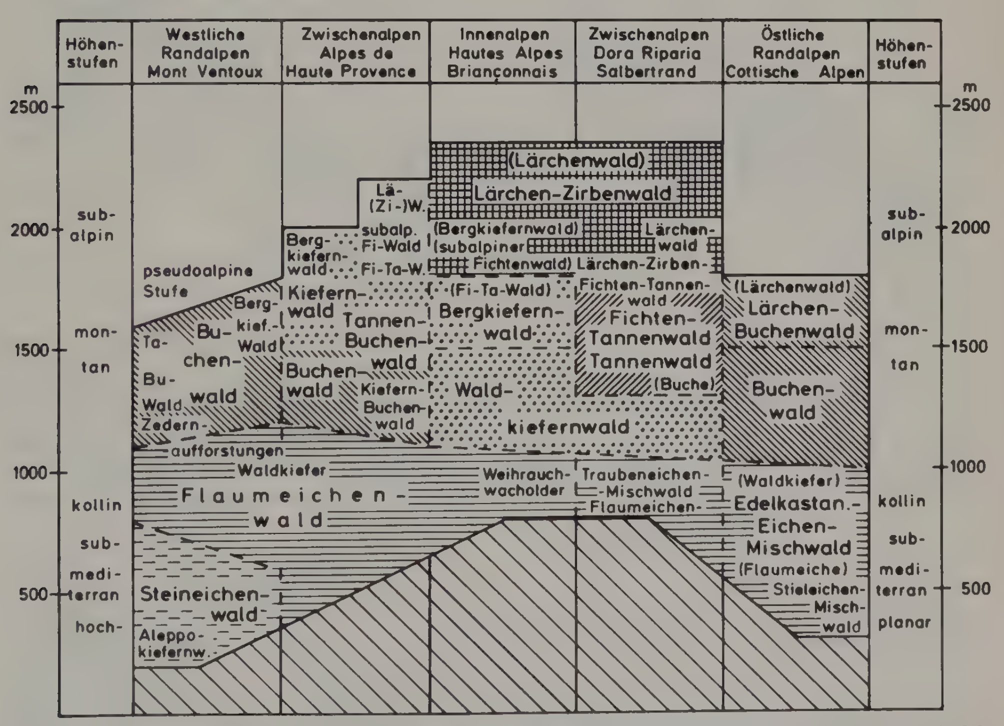


Abb. 175: Vegetationsprofil durch die mittleren Französischen Alpen mit der Trockeninsel Briançonnais. Mt. Ventoux (GOBERT-PAUTOU 69), Alpes de Haute Provence (Digne-Embrun), Hautes Alpes (Briançon, CADEL-GILOT 63), Dora riparia (Salbertrand, MORANDINI et al. 69). Cottische-Turiner Randalpen (HOFMANN n. p.). Der große Vegetationsunterschied auf Sonn- und Schattseiten und das reliktische Vorkommen von Schlußwäldern kann nur angedeutet werden.

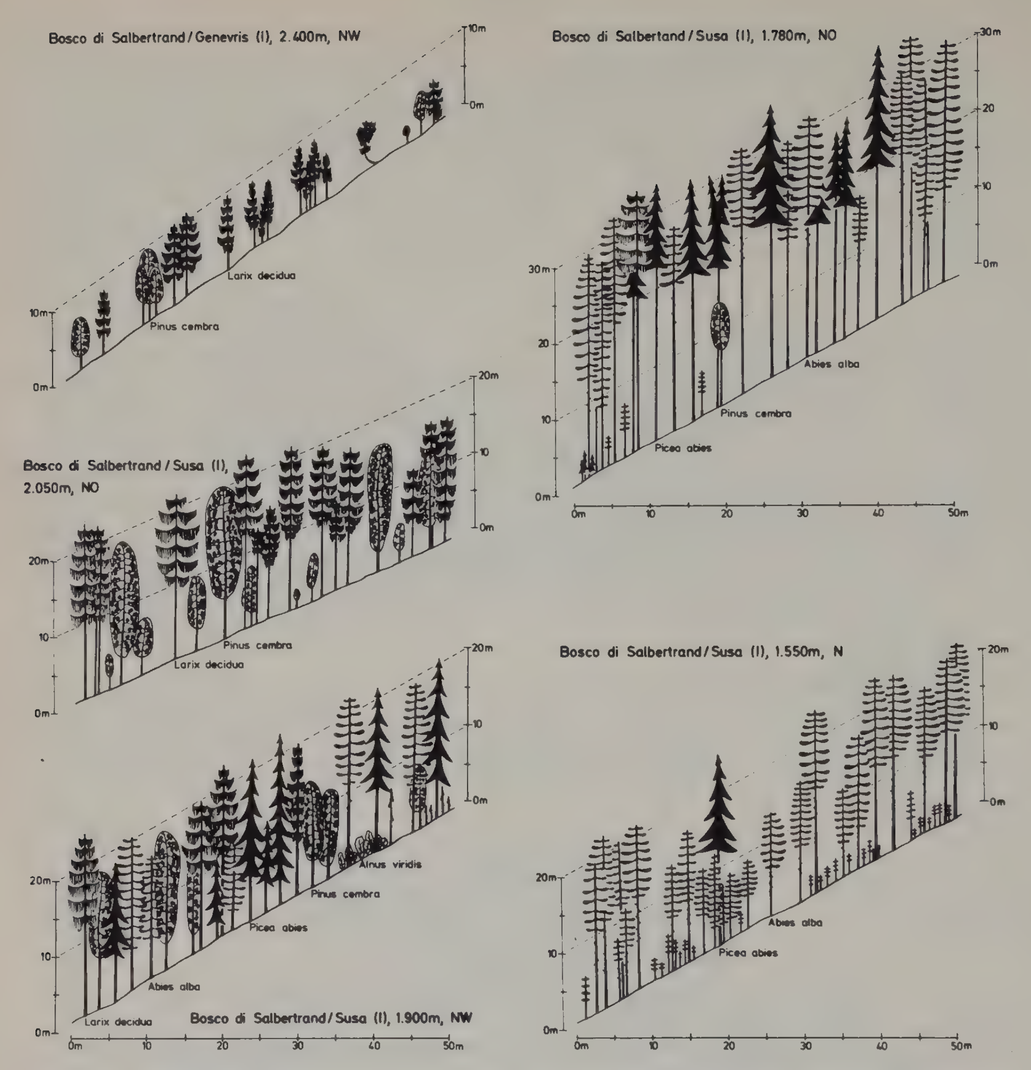


Abb. 176: Westalpines Höhenprofil in den südlichen Zwischenalpen; Bosco di Salbertrand (vgl. MORANDINI et al. 69). Über dem montanen Waldkiefernwald entwickelt sich eine breite, tannenreiche Abietetum-Stufe (Luzula nivea, Trochiscanthes nodiflorus). Der subalpine Fichtenwald wird ersetzt durch einen Fichten-Tannen-Mischwald mit Lärche und Zirbe (Adenostyles alliariae). Der Lärchen-Zirbenwald mit Rhododendron ferrugineum ist sehr lärchenreich und steigt aufgelockert bis 2400 m.

d) **Südliche Westalpen** (Abb. 177)

Kollin dominiert der submediterrane Flaumeichenwald über dem hochmediterranen Steineichenwald, fragmentarische Johannisbrotbaum-Ölbaumzone. Am provençalischen Südwestabfall keilt über dem Flaumeichen-Mischwald der montane Buchenwald aus und der Kiefernwald bildet die Waldgrenze. Beim Alpen-Südrand löst sich durch das mediterran getönte Klima das zusammenhängende Areal der mesophilen Bergmischwälder mit Fichte-Tanne-Buche auf. In den westlichen Meeralpen folgen über dem breiten Kiefernwaldgürtel in einer schmalen Höhenstufe Fichten-Tannenwald, subalpiner Fichtenwald und darüber Lärchen-Zirbenwald. Den feuchteren Nordwestabfall kennzeichnen mesophile Schlußwälder: Buchenwald, Tannen-Buchenwald, Tan-

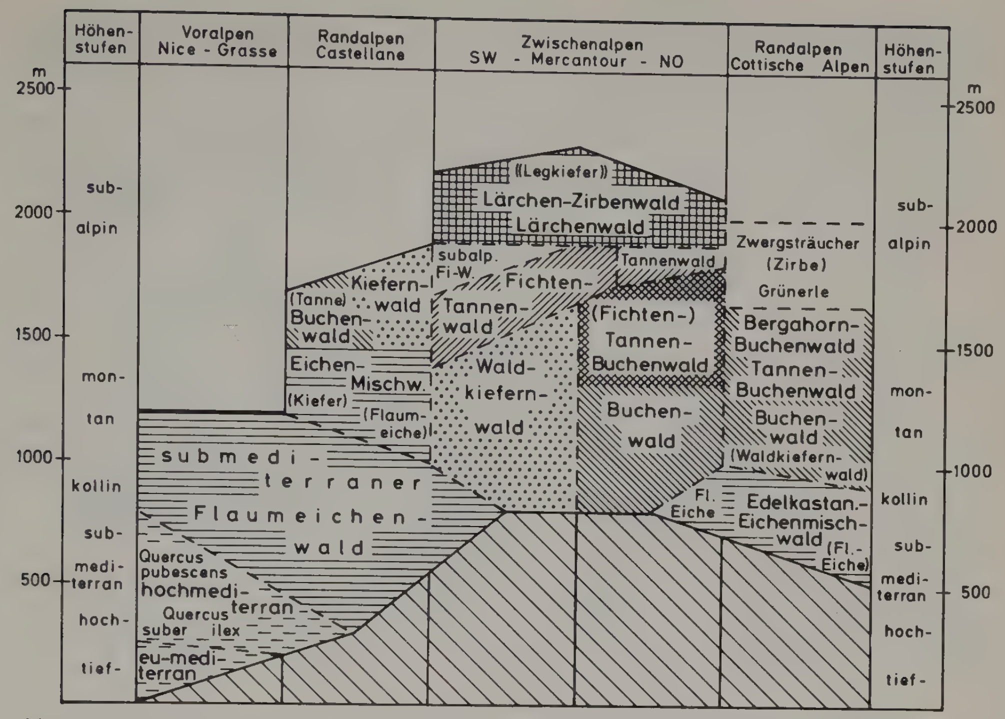


Abb. 177: Vegetationsprofil durch die Meeralpen (Alpes Maritimes): Nice-Grasse (Barbéro-Loisel 74) Randalpen (Cheiron, Barbéro-Lejoly-Poiron 77), Mercantour (Bono 69), Cottische Randalpen bei Cuneo (Barbéro 72). Vgl. Vegetationsgliederung der französischen Südwestalpen (Ozenda 66, 81).

nenwald und Bergahorn-Buchenwald. Kollin tritt bei eingeschränktem Areal der Flaumeiche der Edelkastanien-Eichenmischwald auf.

e) **Lokalklimatische und edaphische Differenzierung der Waldhöhenstufen** (Abb. 178)

Gensac (67, 70) analysierte für die mittlere Tarentaise und die obere Maurienne an zwei Waldprofilen auf Kalk- und Silikatgestein die expositionsbedingte Veränderung der Waldhöhenstufen. Im Gegensatz zu den sommerfeuchten Ostalpen spielen Exposition und geologische Unterlage eine größere Rolle für die mesophilen Schlußwälder der Südwestalpen. Am Übergang von den Zwischen- zu den trockeneren Innenalpen bestehen so große Unterschiede wie zwischen verschiedenen Waldgebieten. Auf Sonnseiten steigen vergleichbare Gesellschaften (Kiefern- und Eichenwald) um 400–700 m höher als auf Schattseiten. Bei Kalkunterlage sind die Veränderungen noch größer durch einen regelmäßigen Gesellschaftswechsel: Traubeneichenmischwald – Flaumeichenwald, Tannenwald – montaner Fichtenwald, subalpiner Fichtenwald – Bergkiefernwald. Auf Kalk steigt der Kiefernwald bis in die subalpine Stufe. Bei Silikatunterlage sind die Änderungen geringer und der Gesellschaftscharakter bleibt scheinbar mesophil. Im Gegensatz zu den Ostalpen ist die Zirbe weitgehend auf Nordseiten beschränkt und fehlt in südseitigen Juniperus nana-Lärchenwäldern. Die lokale Vielfalt der Waldgesellschaften in den französischen Südwestalpen wird erst nach gründlicher Kausalanalyse verständlich, da auch Reliktbestände und der anthropogene Einfluß den Überblick erschweren.

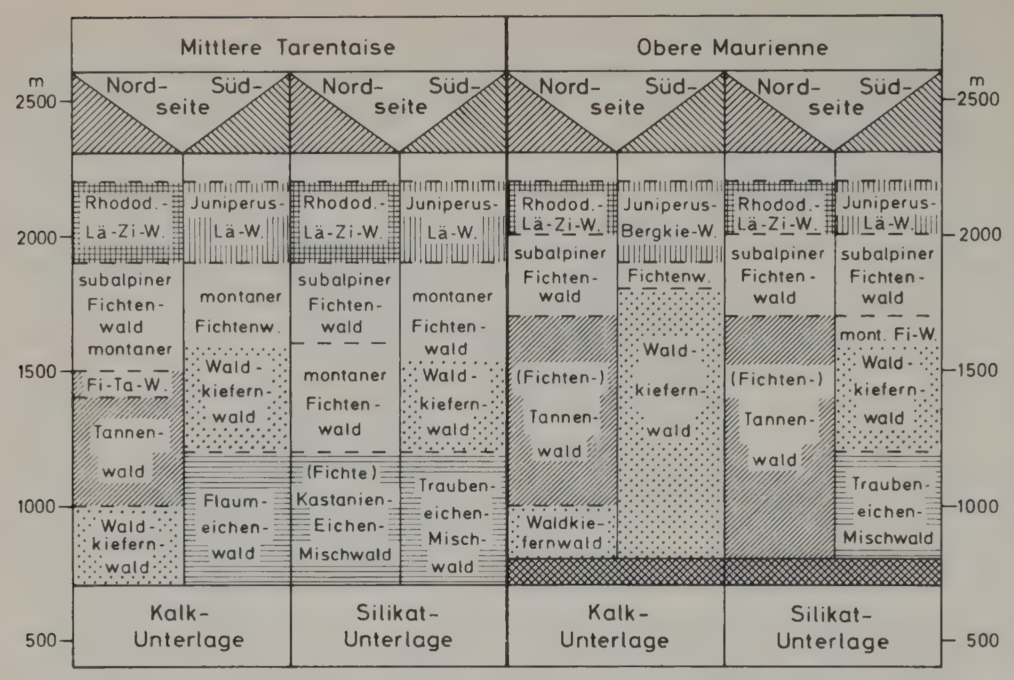


Abb. 178: Einfluß von Grundgestein und Lokalklima in der mittleren Tarentaise und in der oberen Maurienne auf die Gesellschaftsgliederung; zentrale nördliche Südwestalpen (nach GENSAC 70, 74).

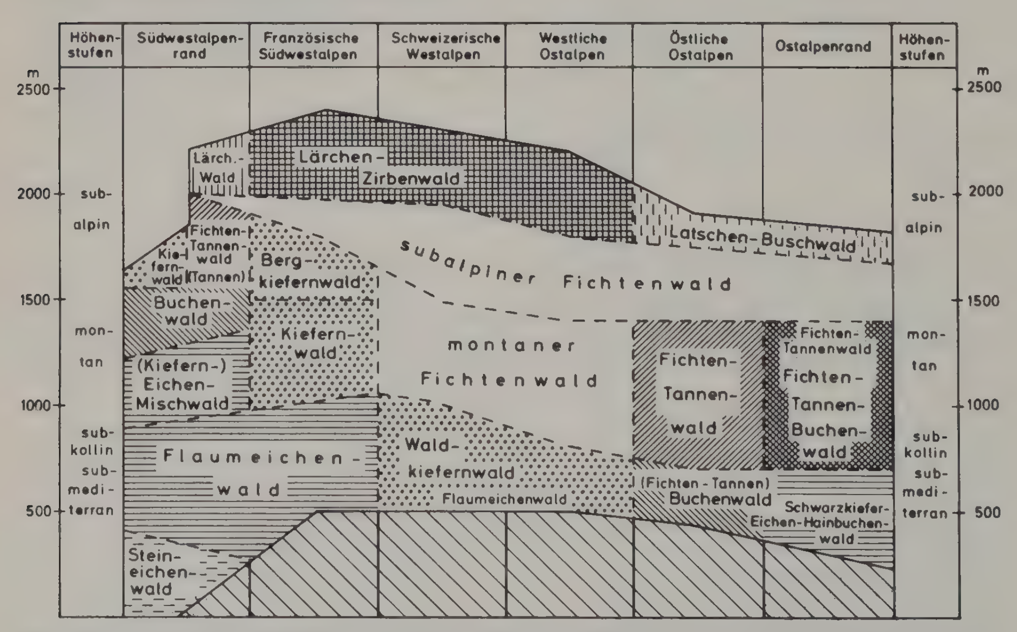


Abb. 179: Zentralalpines Waldvegetationsquerprofil vom Südwestalpenrand über die Französischen und Schweizerischen Westalpen zu den inneren Ostalpen und zum Ostalpenrand. Querprofil durch die nördlichen Randalpen siehe WAGNER (66). Der Übergang vom sommertrockeneren Westalpenraum zum niederschlagsreicheren kontinentalen Ostalpengebiet zeichnet sich deutlich ab.

f) Vegetationslängsprofil: Zentrale West- und Ostalpen (Abb. 179)

Innerhalb der Rand-, Zwischen- und Innenalpen ändert sich im Alpenbogen die Waldzusammensetzung von Südwesten nach Osten charakteristisch. Die Unterschiede sind in den niederschlagsreicheren Randalpen geringer als in den Zentralalpen, da gegen Westen der Sommer immer trockener wird. Die kolline Abfolge: Flaumeichenwald, Kiefernwald, Tannen-Buchenwald und Buchenwald zeigt deutlich den zunehmend mesophilen Charakter. Montan ist der Wechsel noch ausgeprägter: Eichenwald, Buchenwald, Kiefernwald, montaner Fichtenwald, Fichten-Tannenwald, Fichten-Tannen-Buchenwald. Während der subalpine Fichtenwald relativ gleichmäßig verbreitet ist, bleibt der Lärchen-Zirbenwald auf die Zentralalpen beschränkt.

3. Waldgebiete und Wuchsbezirke der Alpen (Abb. 180)

(1.) **Inneralpines Fichtenwaldgebiet**
1.1 Ostalpiner fichtenreicher Wuchsbezirk (WB)
1.2 Westalpiner Kiefern-Fichten-reicher WB

(2.) **Zwischenalpines Fichten-Tannenwaldgebiet**
Ostalpin: 2.1 inneralpin, 2.2 westlich, 2.3 östlich, 2.4 südlich
Westalpin: 2.5 östlich, 2.6 westlich, 2.7 südöstlich, 2.8 südwestlich, 2.9 südlich

(3.) **Randalpines [(Fichten-)](Tannen-)Buchenwaldgebiet**
Ostalpin: 3.1 nördlich – mitteleuropäisch, 3.2 nordöstlich – subkontinental – mitteleuropäisch, 3.3 östlich – subpannonisch, 3.4 südlich – pannonisch.
Westalpin: 3.6 nördlich – subatlantisch – mitteleuropäisch, 3.7 nordwestlich – subatlantisch – submediterran, 3.8 südwestlich – submediterran, 3.9 südlich – (sub-)mediterran, 3.10 östlich – piemontisch, 3.11 südöstlich – insubrisch.

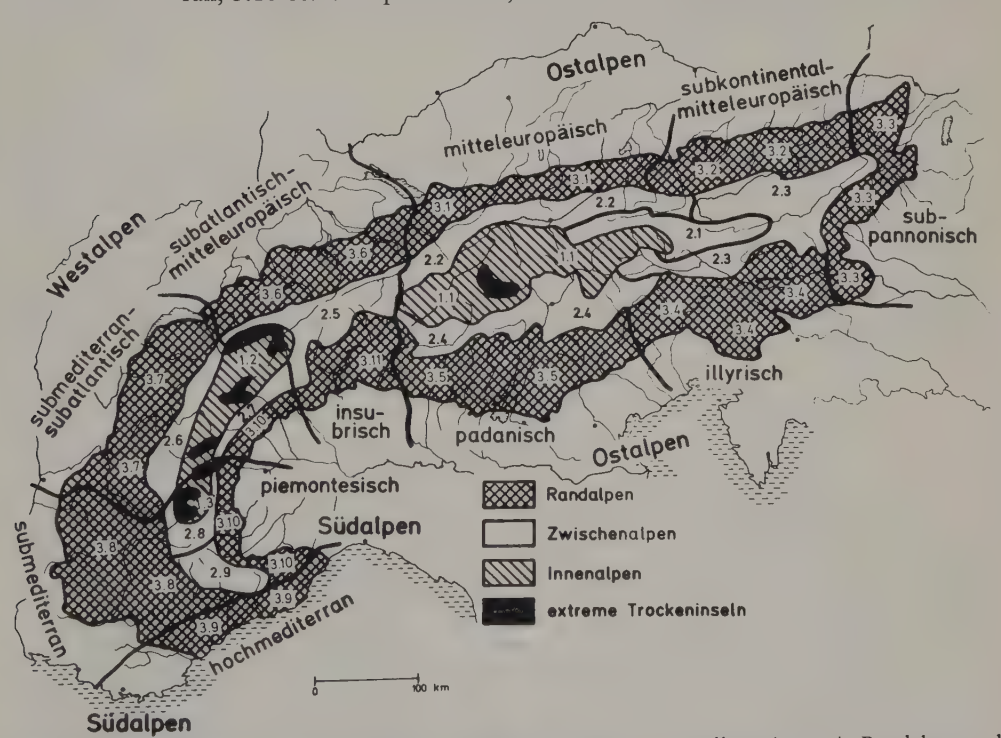


Abb. 180: Gliederung der Alpen in Ostalpen, Westalpen und Südalpen. Differenzierung in Randalpen und Innenalpen sowie Bereiche mit Übergangscharakter (Zwischenalpen). Charakterisierung der angrenzenden Vegetationsprovinzen; mitteleuropäisch, pannonisch, illyrisch, padanisch-piemontesisch, mediterran-submediterran und subatlantisch (vgl. OZENDA 66; extreme Trockeninseln BRAUN-BLANQUET 61).

G. Waldbauliche Charakteristik

1. Standortsvielfalt

Der Alpenbogen besitzt die größte standörtliche Mannigfaltigkeit der europäischen Waldgebiete: Nahezu alle geologischen Formationen, durch die starke Reliefenergie ausgeprägte Bodendynamik, kleinflächiges Standorts- und Vegetationsmosaik, stark hygrisch und thermisch differenziertes Höhenstufenklima, ausgeprägt eigenbürtiges Kontinentalitätsgefälle von den feucht-subatlantischen Randalpen zu den trocken-subkontinentalen Innenalpen, deutlicher Klima- und Vegetationseinfluß von den angrenzenden Waldgebieten: Norden mitteleuropäisch, Nordwesten subatlantisch, Westen und Südwesten submediterran, Südosten illyrisch, Osten pannonisch-kontinental, Grenzstandorte charakterisieren die außerordentliche Klimaamplitude: Hochsubalpines kaltfeuchtes Waldgrenzenklima, feuchtwarmes Randalpenklima, trockenwarmes submediterranes Weinbergklima und trockenkontinentales inneralpines Waldsteppenklima.

2. Vielfältiger Waldgesellschaftskomplex

Schon die klimabedingten Schlußwaldzonen sind mannigfach in den Höhenstufen und Rand-, Zwischen- und Innenalpen aufgebaut. Innerhalb einer Höhenstufe treten extrazonale Wälder aus tieferen (Sonnenseite) und aus höheren (Schattseite) Lagen auf. Extremstandorte tragen zusätzliche Dauergesellschaften und Reliktwälder. Der regionale Waldgesellschaftskomplex ist klimabedingt und geologisch sehr unterschiedlich aufgebaut. Da zudem alle Übergänge von der natürlichen Waldgesellschaft bis zur naturfernen auftreten, erklärt sich das oft verwirrende Vegetationsmosaik.

3. Entwicklungsdynamik

Die Entwicklungsdynamik von Standort und Vegetation sowie der strukturelle Aufbau der Waldgesellschaften spielt im gebirgigen Gelände eine wesentliche Rolle.

a) Primäre natürliche Sukzession

Nach Katastrophen (Sturm, Schnee, Erosion, Feuer, analog Kahlschlag) entwickeln sich auf Schlußwaldstandorten zunächst Pionierstadien, die, von Übergangsphasen abgelöst, schließlich zum Schlußwald überleiten.

	Lärchen-Zirbenwald	subalpiner Fichtenwald	Fichten-Tannen-Buchenwald	
			Tannen-variante	Buchen-variante
Pionier-wald	Lärchenwald	Lärchenwald	(Tannen-) Fichten-wald	Lärchen Fichten-Buchenwald
Übergangs-wald	Lärchen-Zirbenwald	Lärchen-Fichtenwald	Fichten-Tannen-(Buchen)-wald	Fichten-(Tannen-) Buchen-wald
Schluß-wald	(Lärchen-) Zirbenwald	Fichtenwald	Fichten-Tannen-Buchenwald	Fichten-Tannen-Buchenwald

Beim initialen Stadium leiten Pionierbaumarten die Wiederbesiedlung des Standortes ein. Im Übergangsstadium ist die Mischung am reichhaltigsten, die Stabilität am größten und die Wüchsigkeit am besten. Für den Nutz- wie Schutzwald sind diese stufigen, standfesten Aufbauformen besonders interessant. Das noch wüchsige Schlußwaldstadium ist an Baumarten verarmt und subalpin von verringerter Stabilität. Die Kenntnis der gesellschaftsspezifischen Entwicklungsdynamik ist die unerläßliche Voraussetzung für die waldbauliche Behandlung.

b) Entwicklungsphasen der Schlußwaldgesellschaft

Innerhalb einer Schlußwaldgesellschaft bilden sich verschiedene Entwicklungsphasen (z. B. montaner Fichten-Tannen-Buchen-Urwald Rothwald, Mayer-Neumann-Schrempf 79); Initialphase, Optimalphase, Terminalphase, Zerfallsphase, Verjüngungsphase. Im mehrstufigen und baumartenreichen Bergmischwald können bei umsetzungsfähigem Nebenbestand Regenerationsphasen und zeitlich begrenzte Plenterphasen auftreten, die sich in den komplexen Entwicklungszyklus einfügen. Bei baumartenarmen subalpinen Naturwäldern wüchsiger Standorte treten die einzelnen Phasen deutlicher hervor. Die Strukturanalyse dieser Entwicklungsphasen, ihre Kartierung (Waldtextur) und die darauf aufbauende Entwicklungsprognosen sind entscheidende Voraussetzungen für eine nachhaltige Schutzwaldbewirtschaftung (Mayer 1976).

4. Forstgenetische Differenzierung (Mayer 80)

Die Baumarten gedeihen unter so unterschiedlichen Umweltbedingungen, daß eine forstgenetische Differenzierung vertikal in Hochlagen- und Tieflagenherkünften und horizontal in randalpin-subatlantische und zentralalpin-subkontinentale Ökotypen besteht, z. B. Lärche (Mayer 64). Auch in unmittelbarer Nachbarschaft gedeihen ausgeprägte Hochlagen- und Tieflagenstandortsrassen (Lärche in Berchtesgaden), die auf eine unterschiedliche nacheiszeitliche Einwanderung zurückgehen (Mayer 80). Selbst bei Zirbe besteht trotz des schmalen Verbreitungsgürtels ein Altudinalklon. Die phänotypisch variable Fichte mit Platten-, Bürsten- und Kamm-Kronenverzweigungstypen bildet schwer faßbare Ökotypen mit fließenden Übergängen aus. Von der genetisch stabilen Alpentanne hat Marcet (72) Trocken-Ökotypen im Wallis (Vintschgau, Karner-Kral-Mayer 73) nachgewiesen. Bei Pinus sylvestris tritt ein westlicher schmalkroniger und im Osten ein breitkroniger Typ auf, vom frühpostglazialen Relikt Pinus sylvestris var. engadinensis abgesehen. Die Verwendung standortsangepaßter Rassen ist im Alpenraum durch die genetische Variabilität eine wesentliche Voraussetzung für eine nachhaltige Ertragsleistung. Verwendung ungeeigneter Ökotypen, z. B. Fichten-Tieflagensaatgut in subalpinen Hochlagen, führte zum vorzeitigen Bestandeszerfall durch Schneebruch. Die genetische Erhaltung wertvoller Relikte (Alpenrand, Lärche) mittels Samenplantagen ist erwünscht.

5. Auswirkungen des anthropogenen Einflusses (Gensac 74)

Besiedelungsverlauf: Die Alpentäler wurden schon am Ende der mittleren Steinzeit besiedelt, am Alpensüdabfall schon früher. Etrusker und Römer bürgerten die Edelkastanie ein. In der Bronzezeit mit Kupferbergbau bis in die subalpine Stufe entstanden viele Hochalmen durch Brandrodung. Nach einem vorübergehenden Rückgang der nordalpinen Besiedelung in der Hallstatt-Zeit begann seit dem 12. Jhdt. im Mittelalter eine sekundäre landwirtschaftliche Kolonisierung mit der Anlage hochgelegener Dauerbesiedelungen (bis 1800/2000 m) und Rodung zahlreicher Almen im Waldgürtel. Erst in jüngster Zeit nimmt mit der Landflucht, dem Verfall unrentabler Waldalmen und der zögernd einsetzenden Wiederbewaldung der Waldanteil wieder zu. Der anthropogene Einfluß dauert 700–800 Jahre in den Nordalpen, 3000–4000 Jahre in den klimatisch begünstigten Süd- und Zentralalpen. Die lokal sehr unterschiedliche Intensität der anthropogenen Kulturtätigkeit ist bei der Beurteilung der Naturnähe der Bestockung zu berücksichtigen.



Abb. 181: Skizirkus Schmittenhöhe/Zell am See. Die Zerstückelung des Waldes durch die breiten «Ski-Autobahnen» ist deutlich. Am unteren Teil der Standard-(Weltcup-)Abfahrt treten vielfältige und schwerwiegende Schäden auf (aus HINTERSTOISSER-MAYER 82).

Besiedelungsdichte: Im Alpenraum leben heute 8 Mio. Einwohner. Die durchschnittliche Bevölkerungsdichte mit 90 (Österreich) bis 152 (Schweiz) Einwohner je km^2 erscheint nicht hoch. Alpine Hochlagen ohne Fremdenverkehrseinrichtungen sind nahezu menschenleer (5–10 Ew./km^2). Da die besiedelbare Landesfläche in Tirol nur 11% der Landesfläche beträgt, ist die lokale Bevölkerungsdichte mit über 400 Ew./km^2 sogar höher als in industriellen Ballungsräumen. Bei gleichbleibender Bautätigkeit wird, wie im Schweizer Mittelland, das Tiroler Unterinntal eine überbevölkerte und zusammenhängende, immer mehr industrialisierte Dorflandschaft werden.

Bewaldungsdichte: Die Alpen sind zentralalpin und im Westen eher waldarm. Durch das waldfreie Kahlgebirge über 2200 m, die gerodeten Täler und durch zahlreiche landwirtschaftliche Flächen auf Südseiten sind inneralpine Standorte vielfach nur zu 15–25/30% bewaldet. Hohe Bewaldungsprozente besitzen im Norden die niedrigen Kalkrandalpen, die für Heimweiden, Mähwiesen und Almweiden weniger geeignet sind (70–80/85%). In schon waldreichen Gebieten nimmt durch Auflassung unrentabler bergbäuerlicher Landwirtschaften der Waldanteil weiter zu. Bei waldarmen Tieflagen droht direkt oder indirekt durch den Fremdenverkehr ein weiteres Absinken der schon knappen Waldausstattung.

Landwirtschaftlicher Einfluß: Gerodet wurden in erster Linie Standorte von Schlußwaldgesellschaften mit ausgeglichenem Wasserhaushalt. Dadurch wurde der Wald auf weniger wuchskräftige Standorte abgedrängt. Bronzezeitliche Brandrodungen sind im Bodenprofil bis hinauf zur Waldgrenze nachweisbar. Heim- und Almweide waren seit Siedlungsbeginn auf den Wald angewiesen. Durch die Waldweide degradierten die Waldstandorte: Trittschäden, Bodenverdichtung, Wurzelverletzungen, Verbiß der Baumarten, Ausschalten der verbißempfindlichen Stabilisierungsbaumarten, unbemessener Holzbedarf für die landwirtschaftlichen Anwesen. Seit alters her haben sich umfangreiche Forstrechte erhalten, die keine leistungsfähige Waldwirtschaft erlauben.

Im Mittelalter war Boden- und Aststreunutzung lebensnotwendig, auch Schneitelung für Futterzwecke. Durch Bodendegradierung (Rohhumusbildung, Nährstoffverarmung) sank die Leistungsfähigkeit des Waldes oft auf über die Hälfte der potentiellen ab. Wald-Weide-Trennung zusammen mit Intensivierung der landwirtschaftlichen Flächen (Koppelweide, Düngung, Ersatz der Streu durch Torf) ist zur land- und forstwirtschaftlichen Leistungssteigerung (Holznutzung, Schutzfunktion) unumgänglich.

Wald und Fremdenverkehr: Der Gebirgswald ist ein ideales Erholungsgebiet im Sommer und Winter. Die touristische Erschließung dringt in immer extremere Gebiete vor, so daß der Schutz vor Lawinen, Steinschlag, Erosion und Hochwasser immer wichtiger wird. Durch Seilbahnen und Lifte sowie oft autobahnähnliche Skiabfahrten wird der Gebirgswald zerstückelt und durch vielfache Schäden in seiner Schutzwirkung entscheidend geschwächt (Abb. 181, Hinterstoisser-Mayer 82). Der Massentourismus verursacht bedenkliche Schäden am Boden, an der Vegetation und am Jungwuchs (Tiefschneefahrer), die Waldbrände nehmen zu. Manche Fremdenverkehrszentren sind durch intensive Freizeitnutzung schon überlastet. Der touristische Flächenkonsum ist alarmierend. Tirol mit 541 000 Einwohnern zählt über 30 Mio. Übernachtungen. Vorbeugende Aufklärung wird dringlich, die Überwachung immer zeitraubender und gleichzeitig notwendiger. Durch unkontrolliertes Wachsen der Fremdenverkehrsindustrie darf der Gebirgswald in seiner Schutzfunktion nicht geschwächt werden.

Wald und Industrie: Die Immissionsbelastung ist in alpinen Beckenlagen mit häufigen Inversionslagen überdurchschnittlich groß, so daß konzentriert Rauchschäden bei der empfindlicheren Fichte auftreten und Tanne ausfällt (Flühler 81). In den letzten Jahrzehnten sind durch Anlage von Kraftwerk-Großspeichern manche Waldflächen verlorengegangen, wobei vielfach die Nebenanlagen (Straßen, Leitungen) empfindlichere Einbußen mit sich bringen als die Stauräume selbst (Mayer 80).

6. Aufbau und Leistungsfähigkeit

Im Alpengebiet und nördlichen Vorland erreichen vorratsreiche, zuwachskräftige Nadelmischwälder in Europa die größte Leistungsfähigkeit. Spitzenwerte werden im niederschlagsreichen Randalpengebiet erreicht, wo im physiologischen Optimum Fichte und Tanne im buchenreichen Bergwald 30–40 (50) m Höhe, einen dzg von 5–10 (15/20) fm und Vorräte von 700–1000 (1200) fm erreichen. Im ökologischen Fichtenoptimum der trockeneren Innenalpen oder subalpin fällt die Wuchsleistung deutlich ab (25–30/35 m, 400–700 fm, dgz 3–7 fm). Lokal (Beispiel oberbayrisches Flyschgebiet, Abb. 155) schwankt die Wuchsleistung der Fichte beträchtlich (Pfadenhauer 75).

Die Nadelbäume mit ausgezeichnetem Höhen- und Stärkezuwachs produzieren vornehmlich Mittel- und Starkholz, das mit zunehmender Höhenlage engringiger und damit wertvoller wird. Eine Starkholzproduktion guter Qualität ist, von den Mittelgebirgen abgesehen, in Europa nahezu konkurrenzlos. Die große Waldfläche stellt einen erheblichen Produktionsfaktor dar, vor allem durch die schon natürlich dominierende Massenbaumart Fichte. Viele hochwertige Spezialsortimente fallen an: Fichten-Klangholz, Furnierholz bei Lärche, Kiefer, Ulme, Maser-Ahorn, Zirben-Schnitzholz. Die Holzproduktionsfunktion des Gebirgswaldes stellt bei dem hohen Ertragsniveau einen bedeutenden volkswirtschaftlichen, ökonomischen und arbeitsorganisatorischen Faktor nach wie vor dar, sie ist heute die einzige Voraussetzung für die Sicherung der Sozial- und Erholungsfunktion des Gebirgswaldes.

7. Schutzfunktionen des Gebirgswaldes (Mayer 76)

Ohne Wald ist ein großer Teil der Alpen kein Dauersiedlungsgebiet. Die Verkehrswege wären nicht nur im Winter längere Zeit blockiert. Gigantische Summen müßten für technische Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung, der Ortschaften und Infrastruktur aufgewendet werden. Die Funktion des Gebirgswaldes sind vielfältig:

Schutzfunktionen

Bodenschutz: Erosion, Steinschlag, Geschiebeführung.

Wasserhaushalt: Hochwasservorbeugung durch optimale Interzeption und Infiltration; gleichmäßige Lieferung von Wasser notwendiger Quantität und ausreichender Qualität.

Schnee: Lawinenvorbeugung, Schneespeicherung und Verzögerung der Schneeschmelze.

Klimatische Schutzwirkung: Dämpfung von Klimaextremen, Windbremsung, Reduzierung der Luftverschmutzung, günstige Einwirkungen auf die Volksgesundheit.

Ökologisch-biologische Stabilisierung der Landschaft, belebendes Landschaftselement.

Naturschutzfunktion: Lebensraum einer charakteristischen Flora und Fauna, Erhaltung der heimischen Tierwelt.

Schutz der Bevölkerung: Fremdenverkehrsgäste, Siedlungen und Verkehrsanlagen.

Sozialfunktionen

Natürlicher Erholungsraum im Sommer und Winter, unentbehrlicher Teil einer lebenswerten Umwelt; Voraussetzung für den Fremdenverkehr im Gebirge; Schutz vor Zivilisationsgefahren und Naturgefährdungen, entscheidendes Element der Infrastruktur.

Wirtschaftsfunktionen (Nutzfunktionen)

Rohstoffversorgung,Rohstoffreserve (Ertragsfunktion), Einkommensquelle für den Waldbesitzer; Vermögensfunktion, Arbeits- und Erwerbsfunktion (Sicherung der Arbeitsplätze), Nebennutzungen (Baustoffe, Jagd, Fremdenverkehrseinrichtung), Landreserve.

Der gesamte Gebirgswald, im weiteren Sinne Schutzwald, nach der Intensität stark abgestuft, erreicht im Bannwald (Objektschutzwald) den höchsten Grad. Selbst dort ist noch eine Nutzfunktion gegeben, da die Erhaltung der Bannwaldfunktion Waldpflege-Mindestnutzungen voraussetzt. Bei der großen Bedeutung der Schutzfunktionen des Gebirgswaldes für die heimische Bergbevölkerung und ihre oft zahlenmäßig überwiegenden Fremdenverkehrsgäste ist ohne forstpolitische Hilfestellung keine nachhaltige Schutzwaldpflege möglich. Passive Maßnahmen (Forstgesetz) müssen mit aktiven Förderungsmaßnahmen (Abgeltung für ökonomisch unrentable Schutzwaldpflege) Hand in Hand gehen.

8. Waldwirtschaft in den Alpen

Die mittelalterliche Forstwirtschaft (Salinen, Bergwerke) mußte durch Großkahlschläge (2–10/30 ha) die für die Triftanlagen benötigten riesigen Holzmengen bereitstellen. Nach Abstockung der Urwälder und mit zunehmender Holznot wurde die «Holzperpetuität», die Nachhaltigkeit der Holzerzeugung, immer wichtiger. Kleinflächigere Verjüngungsverfahren, Saat und später Pflanzung, wurden eingeführt (Mayer 82). Mit dem Übergang zur Kohlefeuerung im 19. Jhdt. ließ die Intensität der alpinen Forstwirtschaft vorübergehend nach, um nach der Entwicklung einer modernen Nutzungstechnik wieder zuzunehmen. Ostalpine Wälder spiegeln die vergangene Kahlschlagepoche deutlich wider: An Mischbaumarten (Tanne, Buche) verarmte, gleichaltrige Nadelwälder, Vorherrschen von Pionierbäumen (Lärche, Kiefer, Fichte), von Berg zu Tal verlaufende Saumkahlschläge, häufige Katastrophennutzungen infolge früher unmöglicher Pflege. Dagegen haben andere wirtschaftliche Voraussetzungen, forstpolitische Fakten und eine spezifische Waldgesinnung in der Schweiz, Südtirol und Slowenien schon seit Jahrhunderten zu einer naturnahen, kleinflächigen Waldbewirtschaftung ohne Kahlschlag geführt.

Der **Zustand des Gebirgswaldes** ist heute trotz aller Mängel wesentlich besser als in den letzten Jahrhunderten. Dieser ist aber für die Zukunftsaufgabe nicht genügend; Waldinventuren in Österreich, Bayern, Schweiz (Ott 72, 73). Seit dem Erlaß von Forstgesetzen (Kahlschlagverbot) in den Alpenländern um 1850 als Folge von großen Hochwasser- und Lawinenkatastrophen ist der Wald «zusammengewachsen», haben sich Blößen bestockt und konnte die Pflege intensiviert werden. Da die älteren Bestände großflächiger einer instabileren Terminalphase entgegenwachsen,

ist eine vorausschauende aktive Schutzwaldpflege für die Zukunft vordringlich (Mayer-Kammerlander 81, Mayer 82), da bei passivem Zuwarten Katastrophen unvermeidlich sind. Eine Nichtbehandlung des Schutzwaldes bringt ein heute kalkulierbares und daher nicht zu verantwortendes Risiko mit sich.

Intensivierung der Waldpflege. Durch eine generelle Wegerschließung in den letzten Jahrzehnten (20–40 lfm/ha) und Entwicklung von modernen Bringungsgeräten, die auch bei geringem Anfall noch rentabel arbeiten (Kippmastseilkran, Kleinschlepper), sind die Voraussetzungen für eine rationelle, naturnahe und kleinflächige Waldbehandlung geschaffen. Kleinstandörtliche Anpassung, bestandesindividuelle Planung und Durchführung der Maßnahmen sowie ständige Kontrolle setzen ausreichende und gut qualifizierte Fachkräfte voraus. Die waldbaulich-nutzungstechnische Integration ist im Gebirgswald besonders wichtig, insbesondere bei der Bringung und auch bei Straßenbauten.

Eine langfristige Aufgabe stellt die **Hochlagenaufforstung** (Mayer 76) dar durch die um 200–400 m gedrückte Waldgrenze. Durch sorgfältige Planung, zunächst Beschränkung auf die weniger extremen, tiefen Standorte und durch eine kleinstandörtlich differenzierte Ausführung läßt sich nach 50–100 Jahren eine endgültige Sicherung erreichen. Die Aufforstung **landwirtschaftlicher Grenzertragsböden** sollte aktiv gefördert werden, um die natürliche Entwicklung abzukürzen und nach dem Schutzzweck zu steuern. Bei sich selbst überlassenen, steilen Grasmähdern nimmt die Lawinengefahr durch langhalmiges Gras erheblich zu, ebenso die Erosionsgefahr durch Aufreißen der Grasdecke. Zur Zeit liegen in den Alpen über 100 000 ha brach, in Österreich rechnet man im nächsten Jahrzehnt mit 460 000 ha, in der Schweiz (Surber-Roger-Kobert 73) mit 270 000 ha Aufforstungsfläche.

Bestandesumwandlung: Eine schwierige waldbauliche Aufgabe bildet der Ersatz der langsam absterbenden, subspontanen Edelkastanienselven an der Alpensüdseite durch standortstaugliche, leistungsfähige Mischbaumarten, die den Laubwaldcharakter der Landschaft erhalten sollten (Leibundgut 62).

Wildbach- und Lawinenverbauung: Durch das Vordringen des Siedlungsraumes in gefährdete Gebiete ist das Katastrophenrisiko sprunghaft gewachsen in einem Gebiet, wo Tages-Starkregen von 200–400/600 mm auftreten können (Aulitzky 74). Ohne Lawinen- und Wildbach-Gefahrenzonenpläne (Hanausek 77), die Zonen unterschiedlichen Ausmaßes der Bedrohung ausscheiden, ist in einem dichtbesiedelten Land wie Tirol mit 627 Wildbächen und 1110 Lawinen keine objektive Gefahrenabschätzung möglich. Der Gefahrenzonenplan muß Ausgangspunkt für die Ortsentwicklung, die Fremdenverkehrsplanung und für die gesamte Raumordnung sein.

Wald-Wild (Mayer 81)

Der Alpenraum ist ein jagdliches Kerngebiet mit vielfältigen Schalenwildpopulationen; Rot-, Reh- und Schwarzwild, Gamswild, Steinwild (wieder eingebürgert). Auch Raubwild (Bär, Luchs ausgesetzt, Fuchs) tritt auf, besonders charakteristisch sind Steinadler, Auer- und Birkenwild, ferner Murmeltier, Schneehase. Das biologisch-ökologische Gleichgewicht zwischen Wald und Wild ist weithin stark gestört durch überhöhte, noch nie auf der gesamten Fläche dagewesenen Wilddichten (bis 20 Stk. Schalenwild/100 ha). Demgemäß sind die Schäden bestürzend (z. B. in Österreich): Über die Hälfte der Verjüngungen extrem verbissen, bis völliger selektiver Ausfall der biologischen Stabilisierungsbaumarten (Tanne, Bergahorn, lokal Buche); deprimierende Schälschäden auf großen Flächen und selbst in Dickungen (27 Mio. fm). Erreichen die direkten Schäden schon Milliardenhöhe, so sind die indirekten Schäden noch schwerwiegender: Ausfall von ökologischen Stabilisierungsbaumarten, Verlust der Bestandesstabilität, vorzeitiger Zusammenbruch der Bestände, Störung des Betriebsablaufes, erhebliche ökologische und ökonomische Hypothekenaufnahme mit Rückgang der Leistungsfähigkeit um 20–30%, Schwächung der Schutzwaldeigenschaft durch lokalen Verlust der Verjüngungsfähigkeit und späteren Zerfall der Schutzwälder, ökologische Auszehrung von Naturwaldreservaten, die langfristig abgeschrieben werden müssen (Mayer 75, Abb. 182). Die entscheidende Reduktion der Schalenwilddichten muß am landeskulturell (waldbaulich) tragbaren Wildschaden orientiert werden: Verbißschäden höchstens 10% im Jungwuchsstadium bis zur Sicherung, einfache Schutzmöglichkeiten für Tanne

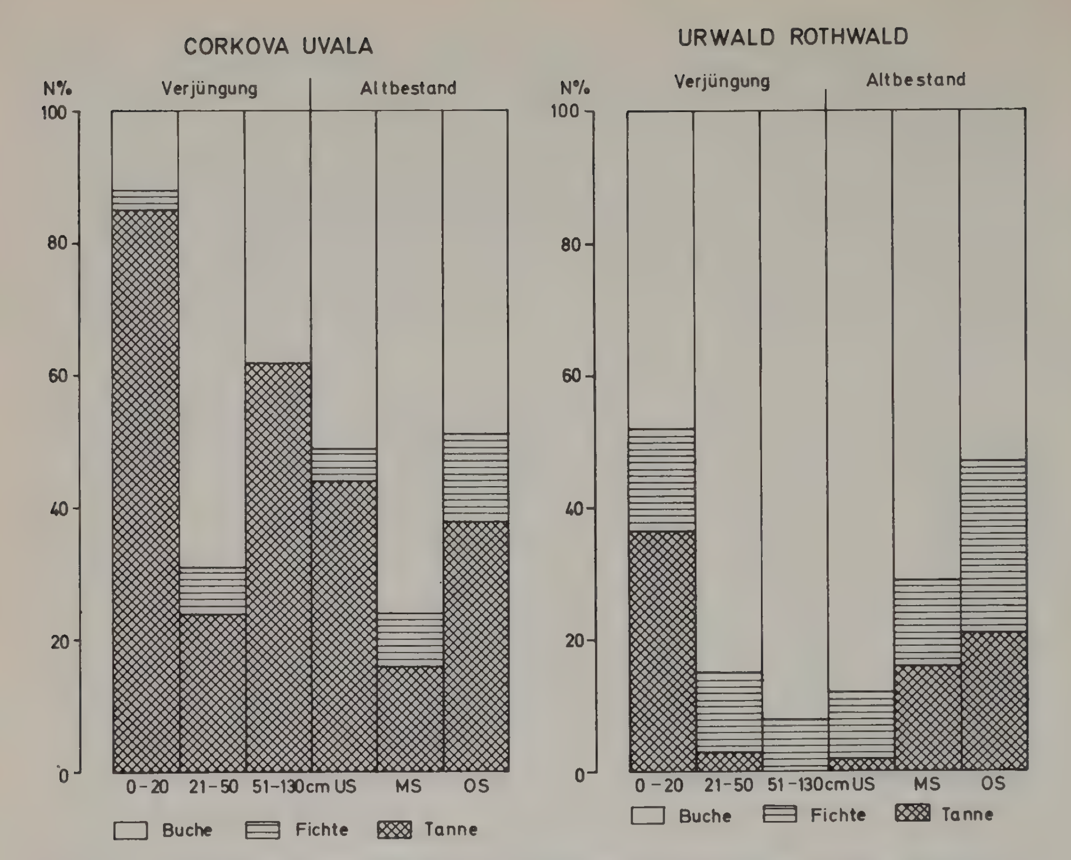


Abb. 182: Baumartenzusammensetzung der Ober-, Mittel- und Unterschicht sowie Verjüngungsaufbau bei zunehmender Höhe in zwei vergleichbaren Karbonat-Fichten-Tannen-Buchen-Urwäldern bei naturnahem Waldzustand (Čorkova Uvala/YU) und bei jagdwirtschaftlichen Wilddichten (Rothwald/A); aus MAYER-NEUMANN 81.

und andere Stabilisierungsbaumarten ausreichend, keine Schälschäden. Der naturnahe, leistungsfähige Gebirgswald benötigt natürliche Wilddichten und keine trophäenorientierte Jagdwirtschaft. Ohne naturnahe Jagdwirtschaft ist keine nachhaltige Waldwirtschaft und keine erfolgversprechende Schutzwaldpflege möglich. Trotz aller durch die Technik und den Massentourismus verursachten Umweltprobleme stellen die überhöhten Wildbestände das ökologische Hauptproblem im Alpengebiet dar, das durch die langsam auszehrende Wirkung auf der gesamten Fläche in seiner Wirkung erheblich unterschätzt wird.

Zusammenfassung:

Im alpinen Raum sichert der Wald die Lebensgrundlagen im weitesten Umfang durch Schutz des Lebensraumes vor Naturgefahren, Erhaltung der allgemeinen Lebensqualität und gleichzeitige Sicherung einer angemessenen wirtschaftlichen Prosperität. Die waldbaulichen Fragen stellen nur einen Ausschnitt aus dem alpinen Umwelt-Problemkomplex dar. Waldpflege ist aber gleichzeitig Gebirgshilfe (LEIBUNDGUT 68). Mit der Aufschließung durch den Wegbau und durch eine rentable Waldbewirtschaftung werden Dauerarbeitsplätze geschaffen, so daß eine Abwanderung der heimischen Bergbevölkerung weniger zu befürchten ist. Die Eingriffe in die Ökosysteme müssen in Zukunft minimiert, die natürlichen Ressourcen nachhaltig erhalten und ein Bevölkerung-Umwelt-Gleichgewicht angestrebt werden. Die Wiederherstellung des im vergangenen Jahrhundert zerstörten Gleichgewichtes ist vorrangig.

H. Nationalparks, Urwaldreste und bemerkenswerte Naturwaldreservate im Alpenraum (Abb. 183)

1. Österreich

Rothwald/Niederösterreichische Kalkalpen (ZUKRIGL-ECKHART-NATHER 63, MAYER et al. 79): 300 ha Großer und Kleiner Urwald, 940–1500 m Karbonat-Fichten-Tannen-Buchenwald mit Fichten-Fels- und Blockwald.

Neuwald (MAYER-SCHENKER-ZUKRIGL 72): 20 ha, 950–1100 m, nordöstliche Kalkalpen, Fichten-Tannen-Buchenwald, Fichten-Tannenwald, montaner Fichtenwald.

Rauterriegel (MAYER 67): Östliche Zentralalpen, 4 ha, 1780–1920 m, subalpiner Hainsimsen-Fichtenwald, Zirbenvariante.

Wasserkar/Blühnbachtal (Salzburger Kalkalpen, MAYER 57): 30 ha, 1360–1600 m, natürlicher Lärchen-Steilhangwiesenwald in einer Kaltluft-Karmulde, Übergang zum subalpinen Fichtenwald.

Nationalpark Hohe Tauern (In Planung): 244 000 ha, 5–10% Waldanteil, Kerngebiet 90 000 ha mit 516 ha Wald; 1000–3797 m, Silikat-Zentralalpen, Lärchen-Zirbenwald, montaner und subalpiner Fichtenwald, reliktischer Fichten-Tannenwald, Juniperus sabina-Gebüsche, Grünerlen- und Latschengebüsche.

Naturwaldreservate: Johannser Kogel, Wienerwald (Lainzer Tiergarten, MAYER-TICHY 79): 22 ha, 270–390 m, kolliner 200–400jähriger Zerreichen-Traubeneichen-Hainbuchenwald, Waldmeister-Buchenwald. **Waldreservate** 800 ha (Waldbau-Institut der Universität für Bodenkultur in Wien, MAYER-ZUKRIGL 80).



Abb. 183: Urwaldreste, Nationalparks und einige Naturreservate im Alpenraum.

2. Schweiz

Scatlé/Brigels/Graubünden (HILLGARTER 71): 1580–2015 m, subalpiner Steilhang-Fichtenwald auf Bergsturz-Blockhalde. Waldgeschichte (KRAL-MAYER 1969).

Derborence/Wallis (FEHR 62, EIBERLE 67): 50 ha, 1430–1650 m, Hartkalk-Bergsturz-Blockwald; typischer Hochstauden-Tannenwald in Kontakt mit Pinus montana/sylvestris-Bergsturz-Pionierwäldern mit Gems- und Steinwild.

Schweizerischer Nationalpark Engadin/Graubünden (KURTH et al. 60, CAMPELL-TREPP 68): 1914 errichtet, 168 700 ha, 1500–3173 m, im Mittelalter durch Salinen-Kahlschläge stark beeinflußt; inneralpines Trockengebiet (800–1000 mm N), ⅓ Wald; ausgedehnte Bergkiefern-Kahlschlagfolgebestände, dominierend Lärchen-Zirbenwald, Waldkiefer und Fichte zurücktretend; hohe Wilddichte; Rotwild seit 1918 eingewandert, Steinwild eingebürgert, guter Gamswildbestand; starke entwicklungsgefährdende Wildschäden, artenreiche Kalk-Dolomit-Hochgebirgsflora.

Naturwaldreservate: Aletschwald/Wallis, 256 ha, 1300–2300 m, montaner Fichtenwald vorherrschend, Lärchen-Zirbenwald am Rand des Aletsch-Gletschers (FISCHER 66). 32 **Waldreservate:** (LEIBUNDGUT 66) mit rund 800 ha (Waldbau-Institut der ETH-Zürich).

Liechtenstein: 6 Naturschutzgebiete.

3. Italien

Parco nationale dello Stelvio (Stilfserjoch): 95 400 ha, 605–3905 m; montaner und subalpiner Fichtenwald, Lärchen-Zirbenwald; reliktischer Tannenwald in der Trockeninsel Vintschgau. Reichhaltige Fauna: Rotwild, Gems- und Steinwild, Bär (PEDROTTI et al. 74, CAGNOLORA et al. 69, KARNER-KRAL-MAYER 73).

Parco nationale del Gran Paradiso: Südliche Innenalpen (Aosta-Tal); 62 000 ha, 1200–4061 m. Inneralpines Lärchen- und Fichtenwaldgebiet; Fichte und Kiefer, Stein- und Gemswild.

Cossogno oder Val Grande-Naturreservat: Südliche Randalpen (Novara), 1000 ha, 700–2100 m, Nadel-Laubmischwälder; Gemsen, Steinadler.

4. Frankreich

a) Parc National de la Vanoise (GENSAC 72)

Savoyen (Tarentaise – Maurienne); 48 000 ha, 1250–3850 m, 420 ha Wald in der Kernzone. Inneralpines Nadelwaldgebiet mit Picea abies, Pinus montana, Pinus sylvestris, Larix decidua und Pinus cembra; Gems- und Steinwild, Königsadler, Murmeltier, Birkwild.

b) Sonstige Alpenreservate

Le Mercantour (Wildreservat) mit Lärchen-Zirbenwaldgrenze, Le Pelvoux, Bure-Aurouze-Reservat.

5. Bayern

Nationalpark Königssee im Alpenpark Berchtesgadener Land: 46 000 ha, 600–2700 m, submontaner Laubmischwald, montaner Fichten-Tannen-Buchen-Bergwald, subalpiner Fichten- und Lärchen-Zirbenwald; reichhaltige Tierwelt (Rot-, Reh-, Gamswild; Steinwild eingebürgert, Steinadler (MAYER 59, KÖSTLER-MAYER 74).

Naturschutzgebiet Ammergauer Berge (FELDNER 78): Nördliche Kalkalpen, 27 600 ha, 655–2185 m, montane buchen-, tannen- und fichtenreiche Bergmischwälder, vielfältige Edellaubwälder, subalpiner Fichtenwald, reliktischer Bergspirkenwald.

Naturschutzgebiet Karwendel-Vorgebirge: Nördliche Kalkalpen, 19 000 ha, bis 2800 m.

Naturschutzgebiet Chiemgauer Alpen: Nördliche Kalkalpen 9500 ha, bis 2000 m (MAYER 63).

Naturwaldreservate in den Bayrischen Kalkalpen (MAGIN 59): An schwer bringbaren Standorten 19 Probeflächen mit rund 7 ha.

6. Slowenien/Jugoslawien

Triglav-Nationalpark: Südöstliche Kalkalpen, 2000 ha, 600–2568 m, montaner lärchenreicher Bergmischwald, fichtenreiche subalpine Stufe, zahlreiche Endemiten.

Mala Pisnica-Reservat: Julische Alpen, 868 ha, 830–1940 m, steiler Talkessel mit Randvorkommen der Lärche.

Südosteuropäische Laubmischwaldregion

(unter teilweiser Anlehnung an HORVAT-GLAVAČ-ELLENBERG 74)

A. Einführung

1. Abgrenzung des Gebietes (Abb. 13)

Abweichend zu HORVAT-GLAVAČ-ELLENBERG (74) wird die Waldvegetation der Balkanhalbinsel ohne mediterrane und submediterrane Standorte beschrieben. Die Südgrenze verläuft entlang des Rhodopen-Hauptkammes bis zum thrakischen Steppenwald-Gebiet. Der gesamte Karpatenbogen (Süd-, Ost- und Westkarpaten) und das pannonische Steppenwaldgebiet einschließlich des ungarischen Hügellandes werden zu Südosteuropa gerechnet.

2. Überblick über die natürliche Vegetation (Abb. 184)

Tieflagen und Hügelland: Der Tatarenahorn-Steppenwald steht in Verbindung mit dem südrussischen Waldsteppengebiet. Danubischer Balkan-Eichen-Zerreichenwald und pannonischer Traubeneichen-Zerreichenwald sind im subkontinentalen Klimagebiet ebenfalls weitgehend gerodet, während gebirgsnähere Traubeneichen-Hainbuchenwälder und Stieleichen-Hainbuchen-Auwälder noch größere Flächen einnehmen. Am Rande des thrakischen Steppengebietes dokumentieren Fagus orientalis und Rhododendron ponticum den Kontakt zum euxinischen Florengebiet.

Gebirge: Buche dominiert montan wechselnd angereichert mit Fichte, Tanne und Bergahorn. Im illyrischen Westen bilden Buche und Bergahorn die Waldgrenze. Die Buchenstufe im zentralen und südöstlichen Balkan charakterisiert Fagus moesiaca. Während in den illyrischen Dinariden Fichte nur auf Sonderstandorten Bestände bildet, existiert im kontinentaleren Osten (Rhodopen, Balkan, Karpaten) eine wechselnd mächtige Fichten-Höhenstufe, in den Karpaten sogar noch mit Zirben- und Lärchen-Relikten.

3. Klima (Abb. 185)

Die Klima-Gegensätze sind beträchtlich vom sommertrockenen-winterkalten Steppenwaldklima zu den niederschlags- und schneereichen illyrischen Hochlagen, vom kontinentalen Binnenklima zu meernahen wintermilden, submediterranen Standorten: Jahrestemperatur 4–14° C, 100–250 Vegetationstage, 500–3000 mm N, 150–400 mm Sommer. Im dinarischen Karst spielen Starkwinde (Bora) von 1–2 Wochen Dauer eine wesentliche Rolle für die Vegetation. Während im planaren Eichenwaldgebiet die wenig mächtige Schneedecke 40–50 Tage andauert und durch den Wind verblasen wird (Schneeverwehungen), dauert die Schneebedeckung im Hochgebirge 100–150 Tage und mehr.

4. Geologie und Boden

Das Donau-Tiefland mit dem Steppenwaldgebiet ist alluvialen und diluvialen Ursprungs. Die Dinariden werden im Kern von Kreide-, Trias- und Jura-Kalk (Karstphänomen) aufgebaut, ferner

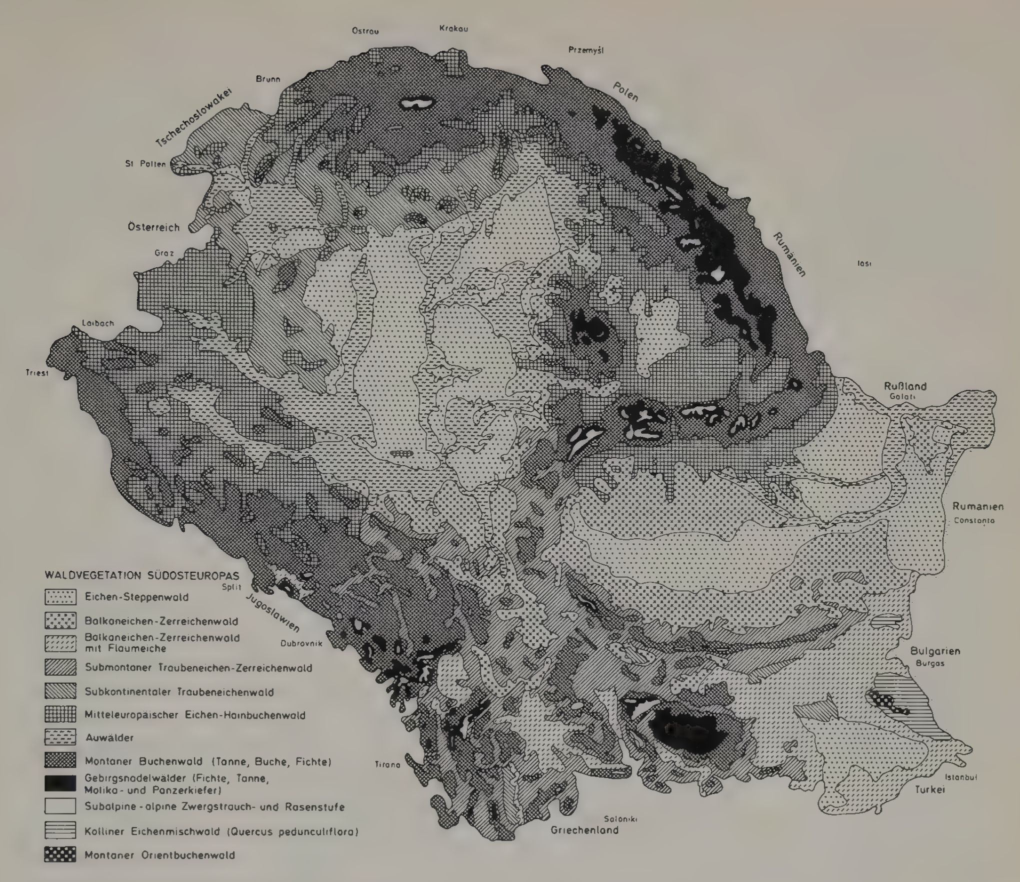


Abb. 184: Waldvegetationskarte Südosteuropas (nach NIKLFELD 73 und GLAVAČ-ELLENBERG-HORVAT 72).

paläozoische Schichten (Serpentin). Im Balkangebirge und in den Rhodopen dominieren saure Eruptivgesteine, Tertiär- und Kreide-Schichten, sowie jungvulkanische Gesteine. Für die Karpaten sind bezeichnend: Kristalline Gesteine, Tertiär-Flysch, saure Eruptivgesteine und Kreideablagerungen. Im Tiefland finden sich mächtige (10–50 m) Lößlehmdecken sowie Sanddünen. Aus Löß haben sich Schwarzerden (Tschernosem) mit tief reichendem Humusgehalt gebildet, die degradiert, verbraunt oder vergleyt sind. In abflußlosen Mulden der pannonischen Ebene treten Salz- und Alkali-Böden auf; Solontschak mit starker Versalzung bis an die Oberfläche, Solonetz mit zeitweise ausgetrocknetem Oberboden und Salzanreicherung im Unterboden, Solod mit einem podsolähnlichen Salzboden.

5. Waldgeschichtliche Hinweise

Nach BEUG (67) und SERCELJ (63) war die Balkan-Halbinsel im Würm-Hochglazial frei von Wäldern. Selbst das nördliche Mittelmeergebiet war in der letzten Kaltzeit nicht mit Wäldern bedeckt, sondern mit verschiedenen Steppen-Typen. Nur an lokal günstigen Schluchten und in geschützten Tälern konnten Bäume und Waldarten überdauern. Die klimatische Schneegrenze stieg hochglazial vom Westen (Orjen) nach Osten (Rila) deutlich von 900/1300 bis 1800 m an. Sie lag etwa 1000 m niedriger als heute.

Bei der nacheiszeitlichen Waldentwicklung vom Spätglazial bis heute sind die Zeitabschnitte der Beispiele zeitlich nicht synchron.

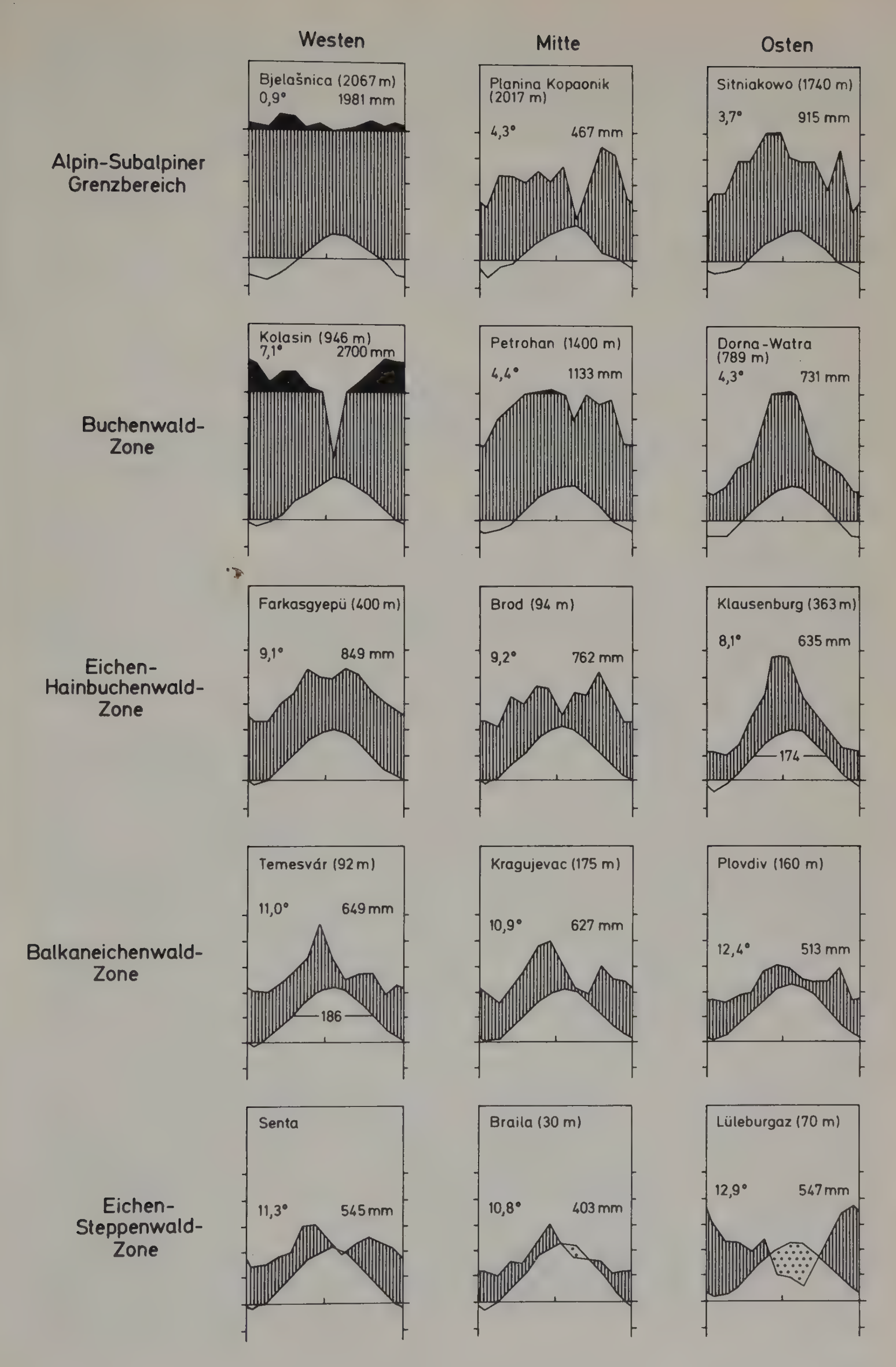
Illyrisches Buchenwaldgebiet Slowenien (ŠERCELJ 63)	Mösisches Buchenwaldgebiet Serbien-Bosnien (GIGOV 56)	Dazischer Bergmischwald Karpaten (POP 57)
Pinus-Betula	Pinus (Betula)	Pinus (Betula Salix, Picea)
Pinus-Fagus	Pinus (Nadel- und Laubbäume)	Pinus-Picea
Fagus	Pinus-Quercus	Pinus-Picea (Laubbäume, Fagus)
Fagus (Abies)	Abies-Pinus-Picea und Fagus	Picea-Corylus (Ulmus), Eichenmischwald
Fagus-Abies	Fagus-Pinus	Picea-Carpinus
Fagus-Abies	Abies-Picea in Hochlagen, Fagus in Tieflagen	Fagus-Picea (Abies)
Fagus-Abies (Picea)	anthropogener Waldgrenzenrückgang	anthropogen, Picea zunehmend, Fagus abnehmend

Keine der heutigen Schlußwaldgesellschaften konnte auf dem Balkan überdauern, da im Spätglazial offene Pinus-Betula-Tundra- bis Taiga-Wälder den Bewaldungsbeginn markieren. In Nordslowenien dominiert schon früh Buche mit späterer Einwanderung von Tanne und Fichte. Diese frühe Entstehung ohne wesentliche Wanderungsverluste erklärt den Artenreichtum der illyrischen Buchenwälder. Beim kontinentaleren, serbisch-mösischen Buchenwaldgebiet setzen sich Nadelbäume früh stärker durch, während in den Karpaten durch die Nähe des Refugiums Picea ähnlich zeitig wie Buche in Slowenien den Aufbau des Bergmischwaldes prägt. Im Donau-Tiefland spielt seit der Ablösung der spätglazialen Pinus-Wälder der Eichenmischwald die beherrschende Rolle, wobei in trockenen Perioden Tilia und Ulmus, in feuchteren Carpinus (Fagus) charakteristisch sind. Schon wanderungsgeschichtlich verlief in den Gebieten die Entwicklung differenziert, so daß der Waldgesellschaftskomplex heute noch wesentliche Aufbauunterschiede zeigt.

6. Anthropogener Einfluß

Seit über 5000 Jahren hat der Mensch zuerst in den eichenreichen Tieflagen durch Rodung den Wald beseitigt. Holznutzung, Brand und Waldweide beschleunigten die Erosion. Rodung in den Hoch- und Tieflagen sowie exploitative Holzkohle-Gewinnung haben den Waldanteil stark dezimiert, im Waldsteppengebiet bis auf wenige Inseln. Die Entwaldung des dalmatinischen Hochkarstes, wobei für die venezianischen Schiffsbauten bis zu 15 000 Arbeiter beschäftigt

Abb. 185: Südosteuropäische Klimadiagramme aus dem Westen, der Mitte und dem Osten des Balkangebietes aus verschiedenen Höhenlagen. In der Eichen-Steppenwaldzone wird von Braila (danubischer Grenzbereich zwischen Wald und Steppe) und der thrakischen Waldsteppe (Lüleburgaz) gegen das pannonische Inselvorkommen (Senta) der Sommer wenig arid. Ähnlich abgestuft ist die schon etwas niederschlagsreichere Balkaneichenwaldzone. Der Eichen-Hainbuchenwald-Standort im Bakony-Wald (Farkasgyepü) ist relativ feucht, im Slavonien (Brod) wesentlich trockener, im Karpaten-Becken (Klausenburg) durch das ausgeprägte sommerliche Niederschlagsmaximum trotz geringerer Jahresniederschlagsmenge kaum trockener. Vom illyrischen (Kolasin) über dem mösisch-balkanischen (Petrohan) zum dazischen Gebiet (Dorna Vatra, Ostkarpaten) nimmt die Niederschlagsmenge deutlich ab. Stationen des alpin-subalpinen Grenzbereiches dienen zur Abgrenzung (Bjelašnica – illyrisch; Planina-Kopaonik – mösisch; Sitniakowa – balkanisch).



Westen
Mitte
Osten
Alpin-Subalpiner Grenzbereich
Buchenwald-Zone
Eichen-Hainbuchenwald-Zone
Balkaneichenwald-Zone
Eichen-Steppenwald-Zone
Bjelašnica (2067 m)
0,9° 1981 mm
Planina Kopaonik (2017 m)
4,3° 467 mm
Sitniakowo (1740 m)
3,7° 915 mm
Kolasin (946 m)
7,1° 2700 mm
Petrohan (1400 m)
4,4° 1133 mm
Dorna-Watra (789 m)
4,3° 731 mm
Farkasgyepü (400 m)
9,1° 849 mm
Brod (94 m)
9,2° 762 mm
Klausenburg (363 m)
8,1° 635 mm
174
Temesvár (92 m)
11,0° 649 mm
186
Kragujevac (175 m)
10,9° 627 mm
Plovdiv (160 m)
12,4° 513 mm
Senta
11,3° 545 mm
Braila (30 m)
10,8° 403 mm
Lüleburgaz (70 m)
12,9° 547 mm

wurden, führte zu irreversibler Waldzerstörung, da nach Auswaschung der Kalk- und Rotlehme Regenerationsansätze durch hunderttausende Schafe und Ziegen zunichte gemacht wurden. Erst nach mühevollen Aufforstungsversuchen mit Pionierbaumarten (Pinus nigra) konnte der potentiell wuchskräftige Eichenmischwald wieder regeneriert werden.

7. Waldgeographische Gliederung (Abb. 186, 187, 188)

Das südosteuropäische Eichenmischwaldgebiet ist durch die Übergangs- und Grenzlage sowie die zahlreichen Endemiten besonders artenreich. Im Anhalt an ADAMOVIĆ (07), MEUSEL-JÄGER-WEINERT (65) und GLAVAČ (72) ergibt sich folgende räumliche Gliederung:

(1) **Pontische Region**

Danubische, Thrakische und Pannonische Provinz

(2) **Mitteleuropäische Region**

Illyrische, Mösische, Dazisch-Karpatische und westeuxinische Provinz.

Durch die regional wechselnde Gliederung der Höhenstufen planar (Steppenwald, Eichenmischwald), kollin (Eichen-Hainbuchenwald), montan (Buchen-Tannenwald), subalpin (Buchen- oder Fichtenwald) entstehen in den Provinzen spezifische Waldgesellschaftskomplexe (Abb. 190).

Pflanzengeographische Florenelemente

Ein spezifisches Gefüge der Geoelemente (Auswahl) charakterisiert die pflanzengeographischen Provinzen.

Submediterran: Carpinus orientalis, Fraxinus ornus, F. parvifolia, Ostrya carpinifolia, Pinus nigra, Quercus pubescens, Sorbus domestica, S. torminalis; Cornus mas, Cotinus coggygria, Viburnum lantana, Coronilla emerus; Inula conyza, Lithospermum purpurocaeruleum, Physospermum cornubiense, Sesleria autumnalis, Melittis melissophyllum.

Subatlantisch-mediterran: Castanea sativa, Daphne laureola, Ilex aquifolium; Primula vulgaris, Tamus communis.

Pontisch: Acer tataricum, Caragana frutex, Chamaecytisus ratisbonensis, Ch. supinus, Prunus fruticosus, P. tenella, Lembotropis nigricans; Adonis vernalis, Aster amellus, Lathyrus pannonicus, Paeonia tenuifolia, Vicia cassubica.

Pontisch-submediterran: Asparagus officinalis, Aster linosyris, Dictamnus albus, Peucedanum cervaria, Prunus mahaleb, Rosa gallica, Stipa capillata, St. joannis (pennata).

Subpontisch: Quercus pedunculiflora, Prunus spinosa; Anemone sylvestris, Asperula tinctoria, Astragalus glycyphyllos, Campanula persicifolia, Clematis recta, Vincetoxicum hirundinaria, Filipendula vulgaris, Lathyrus niger, Melampyrum cristatum, Peucedanum oreoselinum, Potentilla alba, Pulsatilla pratensis, Tanacetum corymbosum, Veronica spicata.

Südsibirisch: Brachypodium pinnatum, Carex humilis, Lilium martagon, Polygonatum odoratum, Pulmonaria mollissima, Pulsatilla patens, Veratrum album ssp. lobelianum, V. nigrum.

Zentralbalkanisch: Quercus cerris, Qu. frainetto, Qu. trojana, Fagus moesiaca, Tilia tomentosa, Acer heldreichii, A. hyrcanum; Corylus colurna, Euonymus verrucosa, Syringa vulgaris, Cotinus coggygria ssp. pubescens, Doronicum hungaricum, Helleborus purpurascens, Lathyrus venetus, Mercurialis ovata, Paeonia peregrina, Polygonatum latifolium, Waldsteinia geoides.

Illyrisch: Acer obtusatum, Lonicera caprifolium, Rhamnus alpinus ssp. fallax, Anemone trifolia, Dentaria savensis, D. trifolia, Cyclamen purpurascens, Daphne blagayana, Epidemium alpinum, Erythronium dens-canis, Festuca drymeia, Helleborus dumetorum ssp. atrorubens, H. niger ssp. macranthus, H. odorus, Homogyne sylvestris, Hacquetia epipactis, Knautia drymeia, Lamium orvala, Omphalodes verna, Oryzopsis virescens, Scopolia carniolica, Vicia oroboides.

Mitteleuropäisch: Acer pseudoplatanus, Carpinus betulus, Fagus sylvatica, Prunus avium, Quercus petraea, Taxus baccata, Tilia platyphyllos; Allium ursinum, Dentaria bulbifera, Cephalanthera damasonium, Festuca heterophylla, Galium sylvaticum, Hordelymus europaeus, Luzula sylvatica, Lysimachia nemorum, Melica uniflora, Petasites albus, Phyteuma spicatum, Veronica montana.

8. Endemiten auf der Balkanhalbinsel

Arten mit engbegrenzter Verbreitung sind in Südeuropa besonders häufig durch starke Isolation und reichlich extreme Reliktstandorte. Insgesamt 1754 Balkanendemiten, z. B.: Pinus peuce, P. leucodermis, Picea omorika, Gentiana albanica, Ranunculus montenegrinus, Wulfenia blecicii, Ramonda nathaliae, Viola prenja, Campanula cespitosa.

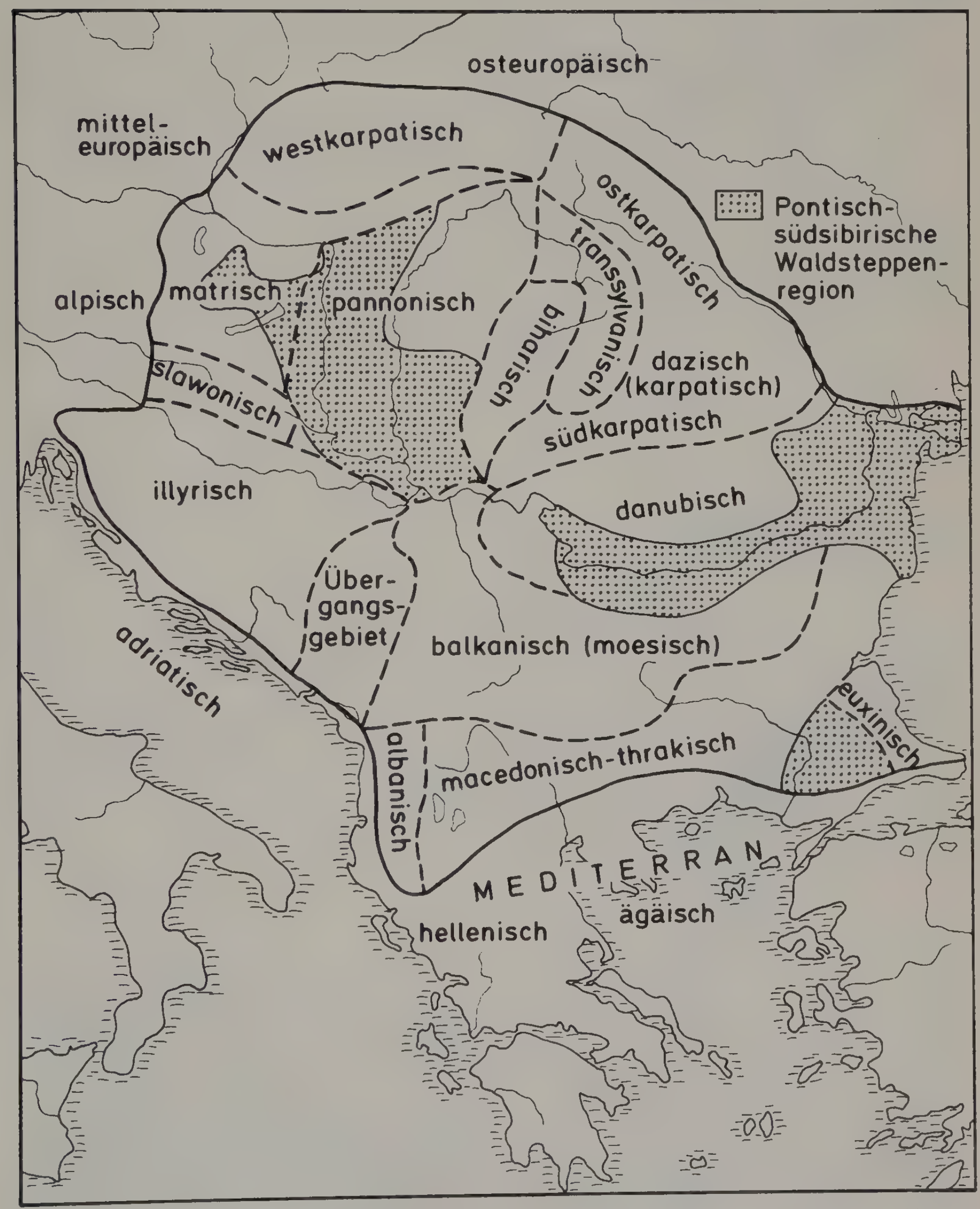


Abb. 186: Pflanzengeographische Gliederung Südosteuropas (nach Fukarek 77, Meusel-Jäger-Weinert 65, Horvat-Glavač-Ellenberg 74).

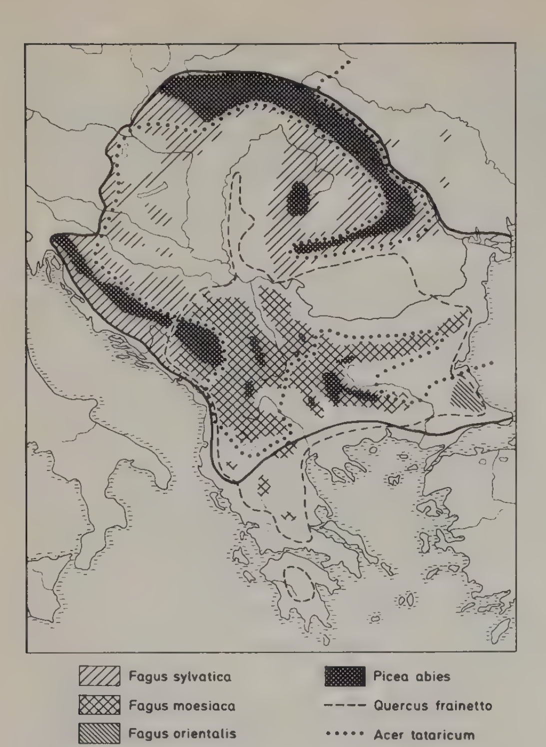


Abb. 187: Areale montaner und planarer Baumarten. Picea abies ist auf höhere Gebirgslagen beschränkt, klingt im Südosten aus und fehlt im Süden. Die Übergangsstellung von Fagus moesiaca zwischen F. sylvatica und F. orientalis kommt deutlich zum Ausdruck. Quercus frainetto charakterisiert am besten das Balkaneichenwaldgebiet. Acer tataricum belegt den kontinentalen Einfluß.

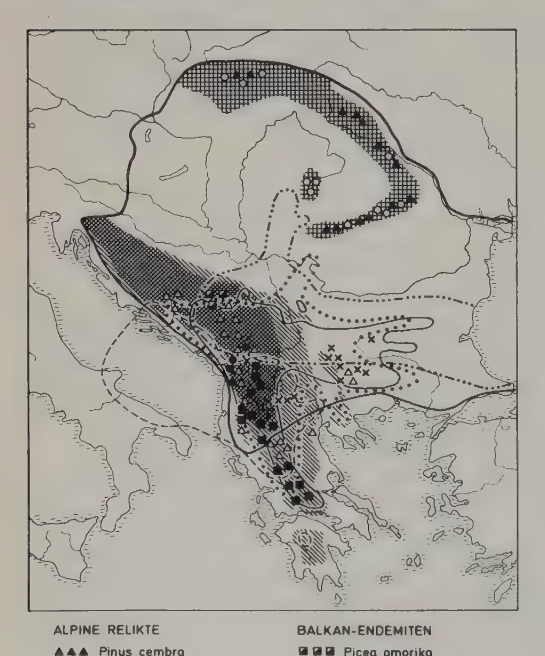


Abb. 188: Verbreitung balkanischer Spezialarten. Alpine Relikte (Pinus cembra, Larix decidua) im karpatischen Fichtenareal. Die Balkan-Endemiten (Picea omorika, Pinus leucodermis, P. peuce, Aesculus hyppocastanum, Forsythia europaea) konzentrieren sich auf das mösische Buchenwaldgebiet, speziell im schluchtenreichen Süden, keilen im Mediterran-Gebiet bald aus. Für dieses artenreiche südliche Gebiet sind ferner Acer heldreichii, Corylus colurna und Syringa vulgaris bezeichnend, ebenso das kleinere Areal von Quercus trojana. Ostrya carpinifolia zur Abgrenzung.

B. Eichen-Steppenwaldzone der Donauniederung

(Aceri tatarici-Quercion)

I. Waldland oder Steppengebiet

Horvat-Glavač-Ellenberg (74) diskutieren die potentielle zonale Klimaxvegetation in der heute nahezu waldfreien Donau-Tiefebene: waldfreie Steppe? – Waldsteppe bis lichter Steppenwald? – geschlossener Klimaxwald? Kerner (1863) sprach von einem mörderischen Waldklima und einem waldfreien Gebiet, Toth (1878) dagegen von einem lichten Waldgebiet (Prodan 28, Horvat 50, Wendelberger 54). Als erster hat Soó (26, 29) den Steppenwaldcharakter des Alfölds erkannt. Demnach war die Donauebene Südungarns, NO-Jugoslawiens, Südrumäniens und Nordbulgariens ein Steppenwaldgebiet, eine von Natur aus größtenteils mit lichten Wäldern bestockte Landschaft. Ungeklärt ist noch die potentielle Vegetation auf tiefgründigen Schwarzerde-Lößprofilen des Ackerlandes, wo heute Wald- oder Steppen-Vegetation fehlt. Echte Schwarzerden können aber auch unter lichten Wäldern entstehen. Aufforstungsversuche auf Lößtafeln der Donautiefebene könnten den Steppenwaldcharakter erhärten. Im trockensten Eichensteppenwaldgebiet scheiden Puşcaru-Soroçeanu (59) Steppeninseln (Festucion rupicolae) in der südlichen und mittleren, sonst bewaldeten Dobrudscha und im Baragan aus. In erster Linie müßten im klimatisch besonders trockenen Nordostzipfel des Aceri tatarici-Quercion Reste echter Steppen zu finden sein. Horvat-Glavač-Ellenberg (74) konnten die Steppennatur der Dobrudscha nicht bestätigen.

1. Vegetationsgeschichte

Nach der spätglazialen Larix-Pinus cembra-Taiga erfolgte die größte Ausdehnung der Steppenwaldvegetation im Praeboreal 8000–5000 v. Chr. Im Subboreal bis älteren Subatlantikum (800 v. Chr.) erreichen bei niederschlagsreichem Klima Ebenenwälder die größte Dichte. Die sarmatische, pannonische, dazische und thrakische Urbevölkerung hat seit dem Neolithicum bevorzugt Tschernosem-Wälder meist mit Brand gerodet; ferner Weide. Die fruchtbare Donau-Tiefebene wurde zu einer Kornkammer des Römischen Reiches. Unter Grasland regenerierten die Schwarzerden. Infolge jahrtausendelanger Einwirkungen des Menschen ist das natürliche Eichen-Steppenwaldgebiet im Donau-Tiefland heute ein Agrargebiet mit über 90% Ackerland. Weizen, Mais, Sonnenblumen und Zuckerrüben beherrschen das Landschaftsbild, Niederstamm-Obstanlagen und Weinfelder dehnen sich aus. Grasland findet man nur noch in den eingedeichten Überschwemmungsauen. Dort stehen auch die meisten Waldreste, während auf den trockeneren Böden natürliche Wälder und Gebüsche bis auf winzige Reste verschwunden sind.

2. Standort

a) Klima

Niederschlagsreicher und milder als das osteuropäische Steppenwaldklima, besitzt es merklich mediterrane und relativ subozeanische Züge durch doppeltes Niederschlagsmaximum, relativ lange sommerliche Trockenperiode, höhere Jahres- und Monatsmittel der Temperaturen und kürzere Kälte- und Frostperioden. Deshalb sprechen Walter (57) und Borhidi (61) von einem submediterranen (südlichen) Steppenwaldklima gegenüber dem kontinentalen in der russischen Steppe. Nirgends in SO-Europa besteht eine so ausgeprägte Kontinentalität wie in der Dobrudscha (Kündig-Steiner 46); Jahrestemperatur: 10–11° C, Minimum –25/–30° C, Maximum 40–44° C, Spätfroste bis April, 350–500 mm N, stark schwankende Niederschlagsextreme 200–1000 mm, Niederschlagsmaximum im Frühsommer, August und September am

niederschlagsärmsten (Dürre). 5 Monate unbehindertes Wachstum möglich, 25–40 Tage Schnee, Erosion der Lößböden durch Winterstürme. Relativ hohe Temperaturen, geringe Luftfeuchtigkeit und häufige Winde steigern Evaporation und Transpiration. Die potentielle Verdunstung mit 680–720 mm übersteigt um 200–300 mm die Höhe des Jahresniederschlages, Bodenfeuchtigkeitsmessungen (Bindiu-Doniţă et al. 62) konnten das Ausmaß des Wasserdefizits klären. Waldreste leiden im Spätsommer und Frühherbst unter Wassermangel, wobei die Bilanz bis zu 50 Tagen defizitär sein kann. Trotzdem gedeihen diese Gesellschaften mit Ausnahme der degradierten gut. Das Klima des Donau-Tieflandes kann nicht als absolut waldfeindlich bezeichnet werden. Von Natur aus wären also nur relativ kleine Flächen nicht von lockeren Wäldern bedeckt. Das gegenwärtige vielfältige Vegetationsmosaik aus Steppenresten, Rasengesellschaften Weiden und Gebüschresten ist das Ergebnis eines jahrtausendelangen anthropogenen Einflusses.

b) Geologie-Boden

Über den mezozoischen und tertiären Ablagerungen liegen 20–30/50 m mächtige Decken von Löß; lokal Flugsanddünen. Die wechselnd ausgebleichte Schwarzerde (klimazonaler Bodentyp) degradiert bei Waldbedeckung weiter. Der dazische Tschernosem ist mit nur 3–6% Humusgehalt im oberen A-Horizont ärmer als im Ukrainischen Wald-Steppengebiet (8–13%), wo die größere Akkumulation organischer Reste auf das stärkere Durchfrieren des Bodens im Winter mit zeitweisem Ruhen des Bodenlebens zurückgeht.

3. Waldreste im Steppenrasengebiet (Abb. 189)

Für den Waldcharakter sprechen das gute Gedeihen vieler gepflanzter Straßenbäume, Obstbäume. Windschutzhecken, gut wachsende Obstbäume, erfolgreiche großflächige Aufforstungen und vitale aufkommende Bäume im gezäunten Steppenrasen-Naturschutzgebiet Fîntînita. Wenn dort der Wald auf steinigen Kuppen und Oberhängen gedeiht, umsomehr ist er in tiefgründigen Muldenlagen konkurrenzfähig.

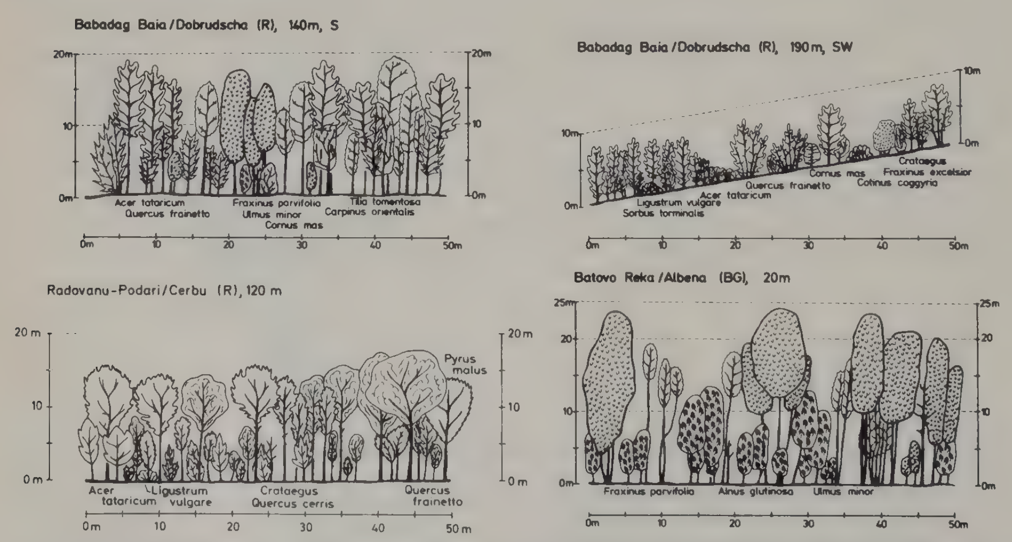


Abb. 189: Eichenwälder im Waldsteppengebiet und in der Balkaneichenwaldzone. Selbst auf geringwüchsigen Kalkstandorten finden sich in Babadag noch geschlossene Waldreste (Cotinus coggygria; Quercus frainetto-pubescens). Auf wüchsigeren Standorten ist Tilia tomentosa, Carpinus orientalis reichlich. In Radovanu stockt ein typischer Balkaneichenwald. Der einstmals typische Longos-Hartholzauwald mit reichlich Fraxinus parvifolia und Lianen hat durch Entwässerung viel von seiner Ursprünglichkeit eingebüßt (Batovo).

Steppenwald-Reservat Babadag (Nord-Dobrudscha). Am kontinentalen Arealrand der Aceri-Quercion-Zone stocken in dem Reservat sogar auf trockenen Kalkstandorten geschlossene, gestufte und relativ wüchsige Laubmischwälder. Extrazonaler Quercus petraea-Carpinus betulus-Wald in schmalen Tälern auf grauem Boden, Quercus dalechampii-Fraxinus ornus-Wald auf schwach geneigten Südhängen mit graugelben, mäßig podsolierten Böden, Quercus pubescens-Fraxinus ornus-Wald auf lehmiger Rendzina, Quercus pedunculiflora-Acer tataricum-Wald auf ausgelaugten Schwarzerden an flachen Unterhängen (18–20 m) und Quercus pubescens-Cotinus coggygria-Baumgruppen (8–10 m) auf Lichtungen früher bewaldeter Standorte. Auf der Babadag-Hochebene (200–400 m) charakterisieren den Waldgesellschaftskomplex (DONIŢĂ 72): Tilio tomentosae-Carpinetum betuli (mitteleuropäisch beeinflußt), Galantho plicatae-Tilietum tomentosae mit seltenen kaukasischen Arten wie Fraxinus coriariifolia und Galanthus plicatus, Paeonio peregrinae-Carpinetum orientalis (submediterran-balkanisch), Violo suavis-Quercetum pedunculiflorae (pontisch-kontinental-submediterran). In der Dobrudscha auf degradierter Schwarzerde noch das Centaureo stenolepi-Quercetum pedunculiflorae (DONIŢĂ 70), stark submediterran beeinflußt. Im Babadag-Wald stocken auf allen Böden und Expositionen geschlossene und wüchsigere Eichenmischwälder. Sie belegen die Richtigkeit der ursprünglichen Namensgebung Dobrudscha = Eichenwald. Die heute auftretenden Steppenrasen in der Aceri-Quercion-Zone sind also sekundärer Art, die nur auf Extremstandorten beim gegenwärtigen Klima Überdauerungschancen haben. Die typische Waldsteppe beginnt erst jenseits der Donau in der West-Ukraine.

4. Kennzeichnung der südosteuropäischen Steppenwaldzone

(PAŞCOVSCHI-DONIŢĂ 67)

Pontisch-balkanische Elemente charakterisieren: Quercus pedunculiflora, Qu. polycarpa, Celtis glabrata, Pyrus elaegrifolia, Colutea melanocalyx, Fraxinus parvifolia. Besonders reichlich wärmeliebende submediterrane Arten (DONIŢĂ 70): Quercus cerris, Qu. dalechampii, Qu. frainetto, Qu. pubescens, Qu. virgiliana, Carpinus orientalis, Celtis australis, Prunus mahaleb, Sorbus domestica, Colutea arborescens, Cotinus coggygria, Paliurus spina-christi, Tilia tomentosa, Periploca graeca, Fraxinus ornus, Jasminum fruticans; spezifisch noch östliche Steppenwaldarten wie Spiraea crenata, Prunus fruticosa, Amygdalus nana, Caragana frutex, Tamarix ramosissimum, Euonymus nana, Acer tataricum. Außerdem balkanische, karpatische und pannonische Arten wie Coronilla elegans, Doronicum hungaricum.

Vegetationskundlich und klimatisch lassen sich drei **Teilgebiete** unterscheiden (Abb. 186)

- ○ **danubisches** (rumänisch-bulgarisches Gebiet
- ○ **thrakisches** (türkisches) Gebiet
- ○ **pannonisches** (ungarisches-jugoslawisches) Gebiet

Die Waldsteppen Rumäniens können in einen nördlichen (Nordmoldau, Transsilvanien, Banat; Quercus robur et petraea) und südlichen Teil (Oltenia; Quercus pubescens, lokal noch Quercus cerris und Qu. pedunculiflora) gegliedert werden. Am pannonischen Arealrand ist die Waldsteppe auf ebene Tieflagen beschränkt. Im Donau-Tiefland existieren nur noch verschwindend kleine, meist stärker von Menschen beeinflußte Reste; z. B. Hortobagy-Pußta, Orta- und Margitai-Wald; Jagdreservat Kéreszend nördlich des Mittel-Theiss-Gebietes (ZÓLYOMI 57).

Thrakische Steppenwaldzone: Im thrakischen Steppenwaldgebiet zwischen Ägäischem, Schwarzem und Marmara-Meer sind großflächig naturnah anmutende, nur extensiv genutzte Viehweiden verbreitet. Vielfach existiert eine mediterrane und submediterrane Heide (Phrygana) mit dürrebeständigen Zwergsträuchern, Halbsträuchern und Stauden, auch Šibljak-Gestrüppe. Nicht selten finden sich niedrige, sommergrüne Eichengebüsche, selbst das Ergene-Becken ist nicht baumlos. ADAMOVIČ (01) spricht von einem sommergrünen Laubwald und bezeichnet die Steppen Thrakiens als sekundär, da Niederschläge von 472–547 mm für den Wald ausreichen. DINGLER sagt «soweit das Auge reicht, alles mit Eichengestrüpp bedeckt» (MATTFELD 29). Das heutige Fehlen der Gehölze ist durch allzu starke Beweidung in der typischen Waldlandschaft bedingt. Nach ELLENBERG ist sogar an den klimatisch trockensten Stellen der Schotterebene ein lichter, laubwerfender Steppenwald natürlich, der in seiner Zusammensetzung zwischen dem Carpinion orientalis und Quercion frainetto steht. KANTARCI (76) hat kürzlich den Waldcharakter bestätigt.

II. Zonaler Steppen-Eichenwald (Abb. 189, 190, 191)

Die verschwindend kleinen, meist degradierten Reste, bilden die südwestliche Fortsetzung der russischen Löß-Steppenwälder. Löß-Plakor-Wälder (Wasserscheiden) stocken auf degradierten und echten Tschernosemen, auf grauen Wald- bzw. Steppenböden. In der Dobrudscha bildet sich eine Waldstufe (70–250 m) auch auf rotbraunen, podsoligen Waldböden über kristallinem Muttergestein. Da die Standorte wenig für die Landwirtschaft geeignet sind, konzentrieren sich dort die Waldreste.

1. Löß-Tatarenahorn-Flaumeichen-Steppenwald

(Aceri-tatarici-Quercetum pubescentis, Abb. 189)

Die potentiell natürliche Vegetation außerhalb der Flußauen ist in der Baumschicht artenreich. Dominanz mehrerer Eichen (Quercus cerris, pubescens, petraea, robur) oder Ahorne (Acer tataricum, campestre); auch Ulmus minor, Pyrus communis, Sorbus torminalis, Carpinus orientalis, Tilia tomentosa. In Rumänien und Bulgarien noch Quercus pedunculiflora und in der Dobrudscha Quercus polycarpa. **S.:** Prunus-Arten (fruticosa, tenella, spinosa), Euonymus (verrucosa, europaea), Rosa (gallica, pimpinellifolia), Ligustrum vulgare und andere wärmeliebende Arten. Durch das dichte Kronendach tritt die Krautschicht nur im Frühjahr hervor. Große Stetigkeit erreichen bei Auflockerung lichtliebende Stauden: Tanacetum corymbosum, Vincetoxicum hirundinaria, Campanula persicifolia, Polygonatum odoratum, Lithospermum purpurocaeruleum und mitteleuropäische Waldsaumarten. Stete mitteleuropäische Waldarten fehlen; ferner Carex michelii, Lychnis coronaria, Asparagus tenuifolia, Vinca herbacea, Polygonatum latifolium. Adonis vernalis, Festuca valesiaca und weitere Steppenrasen-Vertreter dringen ein, so daß eine typische Mischung von Steppenpflanzen mit vital gedeihenden Waldbewohnern entsteht: Brachypodium sylvaticum, Convallaria majalis.

Vikariierende Gesellschaftsbildungen mit unterschiedlicher Baumartenkombination (Zólyomi 57): Aceri tatarici-Quercetum pubescenti-pedunculiflorae (Bessarabien, Muntenien, Moldau), Aceri tatarici-Quercetum frainetto-pedunculiflorae (Süd-Dobrudscha). Das pannonische Aceri tatarici-Quercetum pubescenti-roboris (Ungarn und Vojvodina) ist im Theiss-Gebiet noch typisch mit Quercus robur aufgebaut; **DA.:** randlich Qu. frainetto; Sorbus domestica, Cornus mas, Fraxinus ornus, Doronicum hungaricum, Nepeta pannonica, Phlomis tuberosa, Iris variegatum, I. graminea, Pulmonaria mollissima, Lathyrus pannonicus ssp. collinus; ferner Vincetoxicum hirundinaria, Lychnis coronaria, Lithospermum purpurocaeruleum.

Eichen-Steppenwaldzone (Aceri tatarici-Quercion)

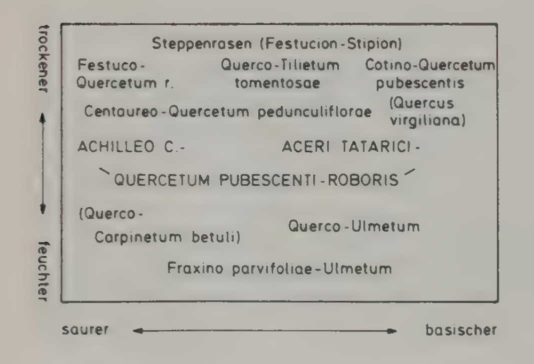


Abb. 190: Waldgesellschaftskomplex in der kontinentalen Eichen-Steppenwaldzone (Aceri tatarici-Quercion). Durch das extreme waldgrenzennahe Klima ist die Gesellschaftsvariabilität stark eingeschränkt.

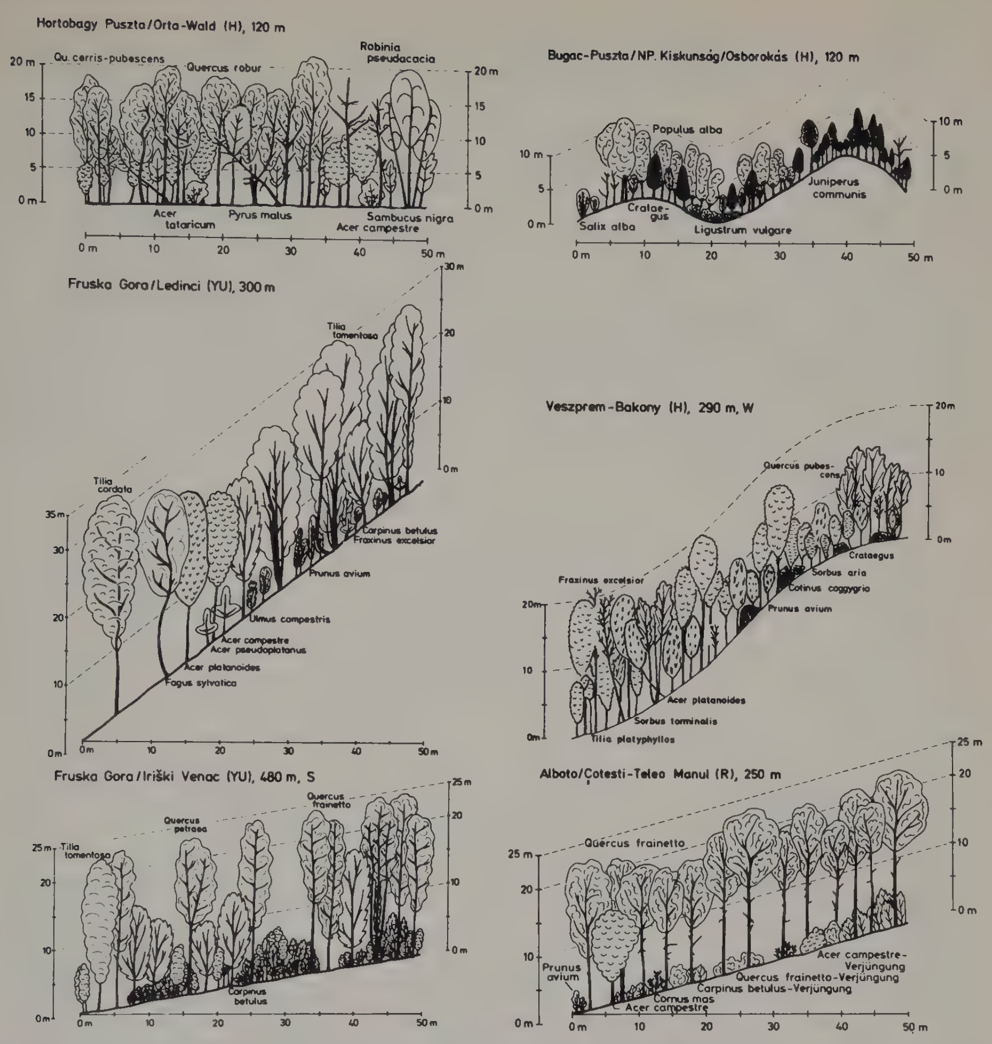


Abb. 191: Tieflagen-Wälder in der Donau-Niederung. Alkali-Steppeneichen-Wald (Aceri tatarici-Quercetum pseudovinetosum) in der Hortobagy-Puszta (links). Populus alba-Juniperus communis-Pionierbestockungen auf Sanddünen in der Bugac-Puszta. Silberlindenmischwald (Tilietum tomentosae) in der Fruška Gora. Lindenmischwald und Flaumeichenwald (Cotinus coggygria) bei Veszprem. Randliches Quercetum frainetto-cerris in der Fruška Gora (unten). Quercus frainetto-Hochwaldbestand in Alboto.

2. Steppenwälder auf Alkaliböden

(Aceri tatarici-Quercetum pseudovinetosum, Zólyomi 57)

An Rändern und Senken, wo die Bodenoberfläche etwa 1,5–2 m über dem Grundwasser liegt, steigt dieses in Trockenperioden bei starker sommerlicher Evapotranspiration kapillar auf und reichert die Bodenoberfläche mit Salz an. Durch Entwässerung rückt die Zone der Salzansammlung allmählich tiefer, so daß die Versalzung immer größere Flächen erfaßt (Ungarn 10%, Pußta-Gebiete, Abb. 191). Bei verbrackten Böden geht bei zunehmendem Salzgehalt die Wuchsleistung langsam zurück und der Wald löst sich auf; z.B. Orta-Wald, Hortobagy-Pußta, Mosaik mit Phragmites-Beständen; Zólyomi (57) faßt den Alkali-Steppenwald als Subassoziation des Aceri-Quercetum pubescenti-roboris Pannoniens auf (Slavnić 52).

3. Silikat-Eichen-Steppenwald

(Achilleo coarctatae-Quercetum pubescentis, Carpinetum orientalis pontico-balsamicum)

Verkahlte und erodierte Steilhänge in der Dobrudscha tragen noch Steppenwaldgebüsche: Carpinus orientalis, Quercus petraea, Fraxinus ornus, Prunus mahaleb, Cotinus coggygria, sowie Asparagus verticillatus und officinalis, Cynoglossum hungaricum. Teilweise degradierte Carpinion orientalis-Wälder mit submediterran-pontischem Charakter. Auf der Hochebene von Babadag (70–130 m, Dihorú-Doniţă 70) sind submediterran getönte, geschlossene Steppenwälder verbreitet, in denen verschiedene Eichenarten eine Rolle spielen (Galio dasypogi-Quercetum pubescentis und Centaureo stenolepi-Quercetum pedunculiflorae (Paşkovschi-Doniţă 67). Einen Quercus virgiliana-Qu. pubescens-Carpinus orientalis-Steppenwald nahe der Trockengrenze beschreiben Dihorú-Tuçra-Bavarú (65); Cotinus coggygria, Euonymus verrucosa, Polygonatum latifolium, Asparagus verticillatus, Dictamnus albus, Peucedanum alsaticum. Die Steppenwälder von Babadag enthalten nach Pauka-Dihorú-Doniţă (62) etwa 27% mediterrane und submediterrane Sippen neben 20% pontischen und kontinentalen und nur 41% eurasiatischen, europäischen und mitteleuropäischen. Auf den die Extreme dämpfenden Silikatstandorten ist die Unterscheidung der Verbände Aceri-Quercion und Quercion frainetto schwierig.

4. Eichen-Silberlindenwald auf Sandböden (Querco-Tilietum tomentosae)

Im nordwestlichen Deliblat-Sandgebiet Jugoslawiens (Stjepanović-Veseličić 53) auch Dobrudscha (Abb. 191) kennzeichnen **B.**: Quercus pubescens, Qu. robur, Prunus mahaleb, Fraxinus ornus; **S.**: Rhamnus tinctoria, Ligustrum vulgare, Cotinus coggygria, Cornus mas; **K.**: Helleborus odorus, Asparagus officinalis, Sedum telephium ssp. maximum, Thalictrum minus. Analoger Sand-Steppenwald (Festuco sulcatae-Quercetum roboris (Soó 57) mit fragmentarischen, bis 10 m hohen Quercus pubescens-robur-Beständen auf rostbraunen Waldböden noch bei Gödöllö (Fekete 65) mit Potentilla heptaphylla, Asparagus officinalis, Koeleria gracilis, Carex praecox. Das wesentlich wüchsigere (20–22 m) Convallario-Quercetum roboris in periodisch frischen Senken hat noch Aceri-Quercion-Arten: Iris variegata, Pulmonaria mollissima, Melica altissima.

Sandbodenwälder wurden größtenteils gerodet. Durch Beweidung wurden die Flugsande reaktiviert, die erst durch ausgedehnte Aufforstungen (Wessely 1873) wieder stabilisiert werden konnten. Obwohl die Sandböden in der Donauebene heute viel mehr Bäume tragen als auf Lößböden, ist es schwer, den Naturzustand der Sandbodenwälder zu rekonstruieren aus den Kunstforsten aus Robinia pseudacacia, Pinus nigra et sylvestris, Quercus robur, Populus euamericana oder amerikanischen Fremdlingen (Fraxinus americana und Juniperus virginiana).

Sekundäre Robinien-Wälder (Bromo sterili-Robinietum, Fekete 65). Bei Gödöllö stocken auf flachgründigen Tatarenahorn-Eichen-Steppenwaldstandorten wenig vitale, sich auflösende Robinienbestände, sog. «Robinienfriedhöfe» mit einer eigenartigen Mischvegetation aus Waldrelikten (Euonymus europaea, Ligustrum vulgare), Chenopodietea (Bromus sterilis, Sambucus nigra), Secalinetea (Veronica hederaefolia, Capsella bursa-pastoris) und Festuco-Brometea (Muscari comosum, Eryngium campestre).

5. Extrazonaler Stieleichen-Hainbuchenwald (Querco-Carpinetum betuli)

Nur Standorte mit relativ günstiger Wasserversorgung tragen mesophile Wälder. An schattseitigen Hängen und in mäßig entwässerten Flußauen können Bäume ohne Dürrebelastung gedeihen. Beim ungarischen Querco robori-Carpinetum betuli mit mitteleuropäischem Charakter und beim bessarabischen Stieleichen-Hainbuchenwald (Querco-Carpinetum bessarabicum (Borza 31) ist Carpinus betulus an Grundwasser gebunden. Banatische Ausbildung (Borza 62) mit Ulmus minor, Acer campestre, Euonymus europaea, Scilla bifolia, Arum maculatum, Carex sylvatica, Milium effusum besitzt ebenfalls eine typisch mitteleuropäische Artenkombination.

III. Auenwälder und Auengebüsche

Ein besonderes Gepräge erhält das Donau-Tiefland durch ausgedehnte natürliche Reste von Flußauenwäldern (Donau, Theiss) besonders an Altwassern (Limane).

1. Weichholz-Auwald (Soó 64)

a) Silberweidenau (Salicetum albo-triandrae, Slavnić 52, Gajić 54)

In der Vojvodina und bei Belgrad kennzeichnen Salices (alba, triandra, fragilis, purpurea, viminalis), Iris pseudacorus, Alisma plantago-aquatica, Euphorbia palustris; Rumänien, Salicetum albo-fragilis. Auf oft überströmten Sand- und Kiesbänken bilden Weiden- und Tamarisken-(-smyrnensis)Arten buschartige Initialstadien.

b) Pappel-Weidenwald (Salici-Populetum)

Für den Pappel-Weidenwald sind neben Weiden typisch Populus alba et nigra, Vitis vinifera ssp. sylvestris, Rubus caesius. Der Silberweiden-Mandelweiden-Buschwald wird durchschnittlich 95 Tage in der Vegetationsperiode überschwemmt, der Pappel-Weidenwald nur noch 14–35 Tage. Viele anspruchsvolle, teilweise als Lianen wachsende Sumpfpflanzen (Solanum dulcamara, Calystegia sepium).

2. Hartholz-Auwald

Die vom Grundwasser beeinflußten, nur gelegentlich überfluteten, höchsten Standorte wurden stärker als die Weichholz-Au entwaldet. Nach Kahlschlag der Harthölzer bilden Weiden und Pappeln Pionierstadien. Bei ungestörter Entwicklung wird etwa nach 70–100 Jahren das natürliche Endstadium der Vegetationsentwicklung erreicht (Kárpáti-Kárpáti 68); auch Esche oder Schwarzerle als Pionierbäume. In den Hartholz-Auwäldern der Donauniederung bilden Quercus robur, Fraxinus parvifolia, Ulmus minor und laevis Mischbestände. Im Osten kann Quercus pedunculiflora zur Herrschaft gelangen; danubisches Ulmo-Fraxinetum pallisae (Sanda 70). In der tiefsten Hartholz-Au dominiert nicht selten Fraxinus parvifolia, während sie auf den höchsten Standorten von der Hainbuche abgelöst wird, die unter Eiche den Nebenbestand bildet. Geographische Ausbildungen: Ungarischer Hartholz-Auenwald (Fraxino pannonicae-Ulmetum, Soó 64) und jugoslawisches Fraxino-Ulmetum (Slavnić 52), das mit dem slavonischen Eichenwald verwandt ist.

3. Vegetation des Donau-Deltas

Das größte zusammenhängende Sumpfgebiet Südosteuropas umfaßt 500 000 ha, davon sind nur 3% überschwemmungsfrei und 80% ständig unter Wasser. Bei 6430 m^3/sek Wasserführung bringt die Donau jährlich 84 Mio. Tonnen Sinkstoffe mit. Es dominieren Wasserpflanzengesellschaften (Eu-Potamion, Nymphaeion), Röhrichte (Phragmition) Sumpfrasen (zeitweise schwimmende Schilfinseln, Plaur) und Salzbodenvegetation. Lokal gibt es Küsten- und Binnendünenvegetation (Salsola kali, Elymus giganteus, Carex colchica, Tamarix) sowie Sand-Steppenrasen (Scabioso-Caricetum ligericae).

Weiden bestocken im Donau-Delta Grinde (kleine Rücken): Salicetum albo-fragilis, Salicetum triandrae, Tamarix ramosissima-Gebüsch. Hartholzauwälder in grundwassernahen Senken des Letea-Grindes bestehen aus Eschen-, Eichen- und Ulmenarten; lokal charakteristisch: Fraxinus parvifolia, ssp. pallisae, Quercus pedunculiflora, Periploca graeca, Loranthus europaeus. Durch

Lianenreichtum besteht Verwandtschaft zu den Longos-Wäldern Bulgariens; Vitis vinifera ssp. sylvestris, Rubus caesius, Symphytum officinale, Euphorbia palustris (KRAUSCH 65). Heute überwiegend Pappel-Kunstforste.

IV. Trockenbuschwälder (Prunion fruticosae)

In Resten zerstörter Wälder oder bei Sukzessionsstadien auf extensiven Weiden dominieren stachelige, gegen Viehverbiß geschützte Holzpflanzen wie Rosa gallica, Prunus spinosa, Rhamnus catharticus, Crataegus monogyna, Rubus canescens, die pannonische Prunus tenella (Amygdalus nana), Spiraea media. Sekundäre Pioniere: Prunus fruticosa, Pyrus communis, Acer tataricum, Cornus mas, Ligustrum vulgare. Regional Paliurus-Gebüsche; z. B. Dobrudscha.

V. Waldfreie Gesellschaften

Binnendünen-Vegetation, sekundärer Steppenrasen auf Löß- und Sandböden (Festucion rupicolae), Vegetation auf beweglichen Sanddünen und steppenähnliche Trockenrasen (Festucion vaginatae). Ferner kontinentale Salzbodenvegetation (Vojvodina) mit kurzlebigen Sukkulentenfloren (Thero-Salicornion), kontinentalen Sand-Andelrasen (Puccinellion), Cypergras-Salzrasen (Cypero-Spergularion, sowie Salzbinsen-Weiden (Juncion gerardii et Beckmannion).

a) Waldsteppe – Steppe

Über die Trockengrenze des Waldes am südwestlichen Steppenrand entscheiden lokale Faktoren: Exposition, Boden, Relief. Lößböden gelten als steppenfreundlich. Die subboreale Waldsteppe war ein großflächiges Mosaik von Baumbeständen und Grasland; sie existiert nicht mehr, denn auf Hanglagen kommen geschlossene Niederwälder vor. Der heutige großflächige Steppencharakter ist anthropogen bedingt, da sich nur noch auf azonalen Extremstandorten natürliche Refugien behaupten können.

b) Floristische Eigenart der sekundären Steppenrasen

Die pontisch-sarmatischen Geoelemente sind tonangebend. Der submediterrane Einfluß ist sehr stark durch die Entstehung der europäischen Waldsteppe im Kontakt zum submediterranen Fallaubwald (DONIŢĂ 70). Überraschend für ein Tiefland ist die große Zahl endemischer Kleinarten und Varietäten, die auf eine alte Isolation hinweisen, z. B.: Adonis vernalis f. murfatlariensis, Festuca constantae, Knautia tulceanensis, Onobrychis vernalis, Carduus murfatlarii, Stipa lessingiana. Steppenrasen auf Lehmböden in der Dobrudscha kennzeichnen: Stipa capillata, Festuca valesiaca, Chrysopogon gryllus, Astragalus onobrychis, Kochia prostrata, Stipa lessingiana, Adonis vernalis, Paeonia peregrina, Agropyrum pectinatum.

c) Phänologische Entwicklungsabfolge der Steppenrasen

Im **Vorfrühling** sind die Steppen noch bräunlich: Viola suavis, Gagea pulsilla. Die Steppen werden im Frühling allmählich grün (Ornithogalum refractum, Adonis vernalis, Paeonia tenuifolia). **Frühsommeraspekt** mit Höhepunkt der vegetativen Entwicklung: Ranunculus illyricus, Erysimum diffusum, Stipa lessingiana, Festuca rupicola; im **Hochsommer** allmähliche Verbraunung infolge der Dürre, Federgräser fruchten. **Herbstaspekt:** Die oberirdischen Organe fast aller Pflanzen sind abgestorben.

d) Degradierung der Steppenrasen

Nur noch verschwindende Reste natürlicher Steppenrasen existieren wie z. B. im rumänischen Steppen-Naturschutzgebiet Fintînîta-Murfatlar. Weidende Wildtiere und gelegentliche Brände gehören zur Steppendynamik, die aber durch Dauerweide gestört wird.

- **Mäßig degradiertes, primäres Grasland,** mit Gräser-Dominanz (Festuca valesiaca, Stipa capillata und lessingiana);
- **Sekundäres Grasland,** in dem Weideunkräuter hervortreten (Artemisia austriaca, Euphorbia stepposa) und die Gräser entweder niedrig bleiben (Poa bulbosa) oder rasch strohig werden (Botriochloa ischaemum).
- **Überweidetes sekundäres Grasland,** in dem die Flächen zwischen den Weideunkräutern nur im Frühling von kurzlebigen Therophyten begrünt sind (z. B. Bromus squarrosus, japonicus, tectorum und hordeaceus, Medicago minima, Arenaria serpyllifolia).

C. Subkontinentale Balkaneichenwaldzone

(Quercion frainetto, Abb. 191, 192)

Im ausgedehnten Tiefland von Serbien, Mazedonien, Bulgarien und Südrumänien dominieren potentiell Eichenwälder. Seit Jahrtausenden hat der Mensch die Wälder durch fast gänzliche Rodung, intensive Waldweide (Bezirk Sofia 1880 noch 560 000 Schafe) so stark beeinflußt, daß magere Weiderasen und Bodenerosion das Landschaftsbild prägen, ebenso umfangreiche Aufforstungen zum Bodenschutz.

Standort: Ziemlich kontinentaler Klimacharakter (Abb. 193), kalte Winter, noch warme Sommer, beträchtliche Temperaturschwankungen (Temperaturminimum teilweise unter −25° C), geringer Jahresniederschlag (500–600 mm). Nach dem frühsommerlichen Niederschlagsmaximum folgt eine ausgesprochene, an mediterrane Verhältnisse erinnernde Trockenheit, der Quercus frainetto mit tiefer (bis 3 m) Bewurzelung begegnen kann (Marçu 65). In der Quercion frainetto-Zone ist das Klima stärker kontinental als submediterran oder mitteleuropäisch-subkontinental.

Artengefüge: Das pflanzengeographische Spektrum (Jovanović 54) kennzeichnen pontische (33%) und submediterrane (21%) Arten; trotzdem ist in Quercion frainetto-Wäldern der mitteleuropäische Charakter (46%) noch ausgeprägt. Zahlreiche südosteuropäische Charakterarten differenzieren. **B.:** Tilia tomentosa, Sorbus domestica; **S.:** Cornus mas, Rosa gallica. **K.:** Potentilla micrantha, Physospermum cornubiense, Lathyrus laxiflorus, Saxifraga bulbifera, Helleborus odorus, Lychnis coronaria, Digitalis lanata.

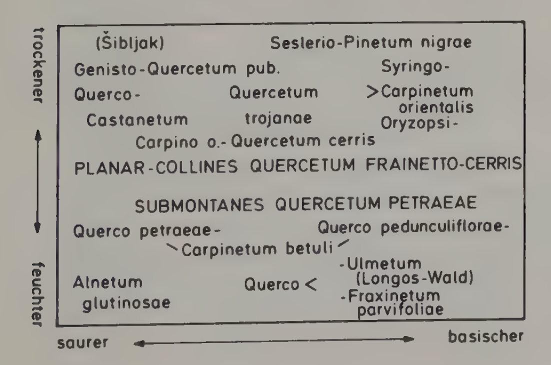


Abb. 192: Waldgesellschaftskomplex in der subkontinentalen Balkaneichenwaldzone.

Horizontale Gliederung: Ökologisch und floristisch lassen sich ein nördliches (moesiacum, Serbien und Nordbulgarien), südwestliches (macedonicum, Makedonien und Nordgriechenland), östliches (danubiale, Südrumänien und Nordostrumänien) und ein südöstliches (thracicum, Südbulgarien und europäische Türkei) Teilgebiet ausscheiden mit lokalen Assoziationen des Quercetum frainetto-cerris.

Vertikale Gliederung: Diese ist viel ausgeprägter als die fließende horizontale Differenzierung. Durch den Niederwaldbetrieb wurde die obere Grenze der xerophilen subkontinentalen Eichenwälder nach aufwärts in die Buchenwaldstufe verschoben, z. B. Westrhodopen (KALINKOV 59).

○ **Planar-kolline Zerreichen-Balkaneichen-Stufe:** Dominanz von Quercus frainetto, Qu. cerris, Qu. pubescens. Obere Grenze Südkarpaten 100–700 m, Serbien 600/900 m, Makedonien 400/1000 m, Bulgarien 350–750 m.

○ **Submontane Traubeneichen-Balkaneichen-Stufe:** Dominanz von Quercus petraea, Übergang zu mitteleuropäischen Laubwäldern. Mehrere hundert Meter mächtige Stufe mit Obergrenzen: Balkangebirge 1200 m (S), 800 m (N), Westkarpaten 1200 m, Lozen-Gebirge 780–1100 m, Makedonien –1300 m, Albanien 600–1100 m.

I. Zonaler Eichenwald

1. Planarer und kolliner Balkaneichen-Zerreichenwald

(Quercetum frainetto-cerris)

MARKGRAF (32) hat den Typus zuerst aus Albanien beschrieben (siehe HORVAT-GLAVAČ-ELLENBERG 74). In den großen Ebenen und im hügeligen Bergland werden bis 600 (900) m Schlußwaldstandorte besiedelt. Braunerdige Böden herrschen in den warmen Tieflagen vor, im südlichen Rumänien rötlich-braune Waldböden podsoliert oder smonitzaähnlich.

Serbien und Makedonien (moesiacum): Strauchschicht mit über 40 holzigen Gewächsen ungemein reichhaltig: Qu. frainetto (Abb. 191) Tilia tomentosa; **CA.**: Carpinus orientalis, Fraxinus ornus, Quercus cerris, Sorbus domestica et torminalis, Cornus mas, Quercus pubescens, Acer tataricum; Ferner: Quercus petraea, Chamaecytisus hirsutus, Rosa gallica u. a. **K.**: Potentilla micrantha, Saxifraga bulbifera, Lychnis coronaria, Helleborus odorus, Physospermum cornubiense, Symphytum bulbosum, Trifolium pignatii, Lathyrus laxifolius, Digitalis lanata, Lathyrus niger, L. pannonicus, Inula salicina, dominant: Festuca heterophylla, Dactylis polygama. Serbische Subassoziationen mit Carpinus betulus (durch größere Bodenfeuchte Eichen-Hainbuchenwaldnä-

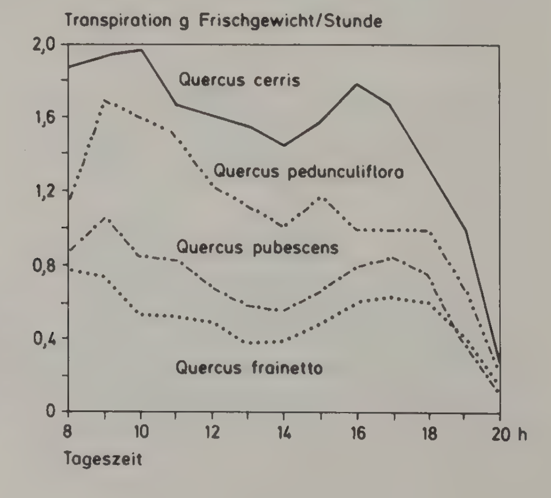


Abb. 193: Die Balkaneiche (Quercus frainetto) geht mit dem Wasser sparsamer um und transpiriert an Sommertagen weniger als die Zerreiche (Quercus cerris). Quercus pedunculiflora und die submediterrane Quercus pubescens nehmen eine Zwischenstellung ein (aus HORVAT-GLAVAČ-ELLENBERG 74).

he); Carpinus orientalis (skelettreiche Steilhänge); bodensaure Quercus petraea-Fazies und auf Kalk Quercus pubescens-Fazies mit Ruscus aculeatus (Abb. 191) am Areal-Nordrand und mit azidophilen Hieracien (westliches Serbien). Das serbische Quercetum frainetto-cerris kommt noch im mittleren Neretva-Tal in Adria-Nähe vor (Fukarek 60); Sesleria autumnalis, Lathyrus venetus, Prunella laciniata.

Auch die **ostthrakische Kultursteppe** ist nach Waldresten (Quercus frainetto, Qu. cerris) zur subkontinentalen Quercion frainetto-Zone zu rechnen (Gančev 65) bei schwach (sub-)mediterraner Ausprägung; vgl. Kantarci (76). An feuchteren Standorten kommen Quercus pedunculiflora (Acer tataricum), an trockeneren Quercus virgiliana (Paliurus spina-christi) vor. In den türkischen Ausläufern des Strandza-Gebirges klingt die Gesellschaft aus, wie ein randliches Quercetum frainetto-dshorochensis (Yaltirik 66) mit kolchischen und mediterranen Arten belegt: Quercus petraea var. dshorochense, Phillyrea latifolia, Erica arborea, Arbutus unedo, Daphne pontica, Doronicum caucasicum. Im **mediterranen Süden** bildet der Quercion frainetto-Komplex einen gutentwickelten submontanen Gürtel.

2. Submontaner Traubeneichen-Mischwald (Quercetum petraeae)

Zwischen Zerreichen-Balkaneichenwald und Buchenwald tritt die Einheit an der südlichen Arealgrenze auf; Makedonien bis Ungarn, z. B. Querco-Lembotropetum nigricantis (Pauca 41) Nordgriechenland (Chalkidike, Dafis 66). Die durch Traubeneiche charakterisierte Stufe (800–1200 m) besitzt stärker podsolige, braune Waldböden mit mäßiger Basensättigung. Mischbaumarten: Quercus cerris, Fagus moesiaca, Carpinus betulus et orientalis, Pyrus communis, Sorbus torminalis, Tilia tomentosa. Auch die Strauchschicht erinnert an mitteleuropäische Eichenwälder, z. B. Crataegus monogyna, Corylus avellana, Cornus mas, Acer tataricum: **K.:** Lathyrus niger, Campanula persicifolia, Vincetoxicum hirundinaria, Helleborus odorus und andere Thermophile; ferner Lathyrus venetus, Trifolium alpestre. Mehrere vikariierende Assoziationen.

II. Submediterrane sonnseitige Dauergesellschaften

Die Quercion frainetto-Zone ist mit der submediterranen Ostryo-Carpinion-Zone verzahnt. Durch die Waldverwüstung sind submediterrane Inseln zahlreicher und größer als in der unberührten Naturlandschaft geworden; deshalb die ungewöhnliche Gesellschaftsvielfalt.

1. Orienthainbuchenwald (Carpinetum orientalis)

a) Carpinetum orientalis macedonicum (Horvat 54)

Die extrazonale Waldgesellschaft teilweise zonal (Em 52); **B.:** Cercis siliquastrum, Fraxinus ornus, Quercus pubescens, Ostrya carpinifolia, Quercus cerris, Sorbus domestica. Sommergrüne Sträucher: Coronilla emerus ssp. emeroides, Colutea arborescens, Paliurus spina-christi. Die wenigen Immergrünen gehören nicht zur typisch mediterranen Flora; Buxus sempervirens, Juniperus oxycedrus, Ligustrum vulgare. Der Unterwuchs erinnert an das Coccifero-Carpinetum. **DA.:** Cornus mas, Festuca heterophylla, Stachys scardica, Ranunculus psilostachys. Ausbildungen nach EM: Südliche Variante mit Quercus coccifera und Phillyrea latifolia, azonale Pistazia terebinthus-Ausbildung an sonnigen Steilhängen (Pčipja-Tal). Es dominieren geringwüchsige Niederwälder mit einem unregelmäßigen Mosaik sekundärer Gebüsch- und Rasengesellschaften. Buschwälder auf Kalksteinbuckeln im nordöstlichen Balkanvorland (Oryzopsi-Carpinetum orientalis). **CA.:** Asperula montana, Paeonia peregrina, Salvia grandiflora.

b) Thrakisches Oryzopsi-holciformis-Carpinetum orientalis

In Südbulgarien und in der europäischen Türkei treten mehr pontische Arten auf und das mediterrane Element fehlt. Bei meist zu Buschwerk degradierten Beständen dominieren: Quercus pubescens, Fraxinus ornus, Cotinus coggygria, Paliurus spina-christi. In Nordostbulgarien (JAKUCS 60) charakterisieren Oxytropis virescens, Stachys leucoglossa.

c) Carpinetum orientalis moesiacum

In Serbien und in Westbulgarien (300–450 m) verursacht den außerordentlichen Artenreichtum eine Dominanz verschiedenster Degradationsstadien bis zu Šibljak-Gebüschen, reich gegliedert auf Kalk mit Quercus pubescens, auf Silikat mit Qu. frainetto, mit Quercus petraea auf frischen Standorten und mit Pyrus amygdaliformis sowie Cotoneaster nebrodensis in besonders warmen Lagen.

d) Flieder-Orienthainbuchenbusch (Syringo vulgaris-Carpinetum orientalis)

Von Ostserbien bis SW-Rumänien tritt auf steinigen Schatthängen Syringa reichlich auf; Scabiosa columbaria, Oryzopsis virescens; häufiger Fraxinus ornus, Cotinus coggygria, Quercus pubescens, Cornus mas, Tanacetum corymbosum, Melica ciliata. Sonnseitige Corylus colurna-Ausbildung in der Fagionzone (Eisernes Tor). Geringe Gefährdung durch Winterfröste und fehlende Konkurrenz durch Schattbaumarten erklären den Reichtum an submediterranen und thermophilen Elementen. Besonders auffallend Buxo-Syringetum an steilen Schattseiten mit skelettreichen Kalkböden. Relativ warm-trockenes Mikroklima (JAKUCS 61).

2. Eichenmischwälder

a) Orienthainbuchen-Zerreichenwald (Carpinus orientalis-Quercus cerris-Assoziation, OBERDORFER 47, 48)

In Albanien bis Südbulgarien ist an steilen Südhängen (bis 700 m) mit flachgründigen, trockenen, basenarmen Böden (auch Kalk) eine Gesellschaft aus Orienthainbuche und Zerreiche verbreitet, außerdem Quercus pubescens, Fraxinus ornus, Acer monspessulanum; Silene viridiflora, Cyclamen neapolitanum, Helleborus cyclophyllus, Anemone apennina.

b) Makedonischer Eichen-Mischwald (Quercetum trojanae)

Die Pseudomacchien-ähnliche Gesellschaft (Treska- und Vardar-Tal) besiedelt flachgründige, warm-trockene, windgeschützte Hangstandorte auf Kalk-Dolomit (selten Silikat). Neben Quercus trojana (bis 20 m), regelmäßig geschneitelt Quercus pubescens, Qu. cerris, Fraxinus ornus; Carpinus orientalis, Ostrya carpinifolia; ferner Acer obtusatum, Sorbus torminalis, S. aria, Buxus sempervirens. Bunter Unterwuchs auf Kalk; thermophile Arten: Geranium sanguineum, Polygonatum odoratum, Coronilla coronata. Daneben Inula ensifolia, I. spiraeifolia, Thalictrum minus, Melampyrum heracleoticum.

c) Flaumeichenwald

Beim **Ginster-Flaumeichenwald** (Genisto lydiae-Quercetum pubescentis) auf Dolomit (Westbulgarien) überwiegen mediterrane und balkanische Arten: Genista subcapitata, Asyneuma anthericoides, Eryngium palmatum. Der **Acanthus-Flaumeichenwald** (Acantho longifolii-Quercetum pubescentis, JAKUCS 61) besiedelt steile Sonnenhänge am Eisernen Tor bei ungewöhnlich mildem Lokalklima.

III. Extrazonale Wälder mit mitteleuropäischer Verwandtschaft

1. Traubeneichen-Hainbuchenwald

An schattigen Hängen und in luftfeuchten Mulden treten in der Quercion frainetto-Zone Traubeneichen-Hainbuchenwälder von ausgesprochen mitteleuropäischem Charakter auf. **B.:** Quercus petraea ssp. dalechampii (robur), Carpinus betulus, Acer campestre, Tilia tomentosa. **CA.:** Carpinus betulus, Prunus avium, Euonymus europaea, Lonicera caprifolium; Helleborus odorus, Cruciata glabra, Ranunculus ficaria. Diese Arten charakterisieren auch analoge kroatische Einheiten. Wärmeliebende Arten aus benachbarten zonalen Wäldern dringen ein: Fraxinus ornus, Quercus cerris et frainetto, Acer tataricum, Cornus mas. Seltene Arten differenzieren zu mitteleuropäischen Eichen-Hainbuchenwäldern: Daphne pontica, Fritillaria pontica, Trachystemon orientale, Cyclamen coum. Die Subassoziationen unterstreichen die standörtlichen Zusammenhänge: Quercus frainetto (trocken-kontinental), Ruscus aculeatus (trocken-submediterran), Carpinus orientalis (submediterran), Fagus moesiaca (montan), Castanea sativa (bodensauer).

2. Quercus pedunculiflora-Carpinus betulus-Wald (Yaltirik 66)

Überraschend mitteleuropäisch muten Talsohlenwälder des Belgrader Waldes (Istanbul) an. Zur herrschenden Carpinus betulus mischen sich Alnus glutinosa, Acer campestre, Quercus pedunculiflora, Corylus avellana, Humulus lupulus und Euonymus europaea. Bodenvegetation mit Lamiastrum galeobdolon-Dominanz, ferner Polystichum aculeatum, Carex sylvatica et pendula, Dentaria bulbifera, Mercurialis perennis, Lilium martagon, Circaea lutetiana, Scilla bifolia und Ranunculus ficaria lassen an einen feuchten Eichen-Hainbuchenwald in Südwestdeutschland denken.

IV. Edelkastanienmischwald

1. Verbreitung

Die Wildform von Castanea sativa ist wahrscheinlich in SO-Europa heimisch. Der Fruchtbaum hat sich seit 3500 Jahren stark ausgebreitet und ist seit der Römerzeit ein subspontaner Baum (Selva, Palina). Edelkastanie gedeiht häufiger auf bodensauren bis kalkarmen Böden als an nährstoffreichen Standorten infolge geringer Konkurrenz durch Laubbäume (Buche). Am ausgedehntesten ist das Areal in der Quercion frainetto-Wuchszone in Makedonien, Thrakien und Thessalien auf neutralen bis sauren Böden mit thermophilen Arten, die spezielle Vegetationsstufe im ägäischen Küstengebiet löst sich gegen Norden auf. Gegen das Innere der Balkanhalbinsel spiegelt sich der abnehmende Einfluß der griechisch-römischen Kultur durch Verbreitungsrückgang der Kastanie wieder. Zerstückelt ist das Areal in der Querco-Carpinetum illyricum-Zone. Nur kleine Bestände submediterran (Ostryo-Carpinetum adriaticum).

2. Subkontinentales Querco petraeae-Castanetum macedonicum (Nikolovski 51)

Der subspontane Eichen-Edelkastanienwald bestockt in Mazedonien (3000 ha) zwischen 600–900 m kristalline Unterlagen. **B.:** Castanea sativa, Tilia tomentosa, Fraxinus ornus, Ostrya carpinifolia, Quercus petraea, Carpinus orientalis. Charakterarten fehlen; Luzula forsteri, Helle-

borus cyclophyllus, Physospermum cornubiense. Frischere Standorte mit Platanus orientalis und Juglans regia. «Castaneten» entwickeln sich zu Balkaneichen-Zerreichenwäldern, wenn der Niederwaldbetrieb aufgegeben wird. Südlichste Vorkommen in Griechenland (Dafis 66), z. B. Athos; Endothia parasitica hat der einst blühenden Kastanien-Kultur ein Ende gesetzt. Die bei mangelnder Pflege einsetzende Regeneration in natürliche Laubmischwälder wird dadurch beschleunigt.

V. Föhrenwald

Auf warm-trockenen, nährstoffarmen Steilhängen gedeihen keine Laubbäume und inselartig dominiert Pinus. Reliktföhrenwälder sind kleinflächiger als in der Buchenstufe ausgebildet. Beispiele: Carici humilis-Pinetum nigrae in Ostserbien und Rumänien, Seslerio-Pinetum nigrae (Em 62) und Pinetum sylvestris-nigrae macedonicum (Em 62), Pinetum sylvestris-nigrae in Westserbien. In Westserbien schließt auf Serpentin mit zunehmender Feinerde-Mächtigkeit ein Potentillo albae-Quercetum an.

VI. Auwälder (Alno-Ulmion)

Im Norden weiter verbreitet (Donau, Morava, Mariča, Tundza) sind die Auwälder heute meist in Wiesen und Weiden umgewandelt oder meist sekundär (Pappel). Nur Reste von Platanen- und Hartholz-Auenwäldern auf höherem Niveau (Eiche – Ulme – Esche) haben sich erhalten.

Ulmenreicher Eichen-Eschen-Hartholz-Auenwald (Querco-Ulmetum, Soó 57)

Reste finden sich an der bulgarisch-türkischen Schwarzmeerküste, Stojanov (29) hat am Unterlauf des Kamcija-Flusses bei Varna den einst 5000 ha großen Longos-Wald (Abb. 189) beschrieben. Longos ist ein an Holzlianen reicher, gemischter Auwald, der auf nassem Boden im ziemlich kontinentalen Osten der Balkanhalbinsel vorkommt. **CA.**: Fraxinus parvifolia ssp. pallisae, Quercus robur; Lianen: Periploca graeca, Smilax aspera. Vitis vinifera ssp. sylvestris, Clematis vitalba und viticella, Hedera helix, Humulus lupulus; Cucubalus baccifer, Astragalus cicer und glycyphyllos, Calystegia sylvatica, Cynanchum acutum sowie Bryonia alba. Einige weit verbreitete Nitrophile (Sambucus nigra, Solanum dulcamara), lokal Schwarzerlen-Sumpfwald.

VII. Gebüsche und Hecken (Šibljak)

Natürliches Vorkommen ist an Felsen, sekundäres an Waldmäntel gebunden. Halbnatürliche Gebüsche sind Ersatzgesellschaften von klimazonalen oder azonalen Einheiten. Die südosteuropäische Šibljak-Formation ist ein Buschwerk der (sub-)mediterranen Länder, aus verschiedenen sommergrünen Sträuchern, mitunter aber auch nur aus einer einzigen Strauchart zusammengesetzt. Da viele dieser Sträucher fast nie oder nur sporadisch als Unterholz in den Wäldern vorkommen, verdankt die Šibljak-Formation der Entwaldung nur ihre Verbreitung, nicht aber ihre ursprüngliche Entstehung. Nach den Leitpflanzen unterschied Adamović (09) Typen mit Paliurus, Cotinus, Coriaria, Syringa, Petteria, Cercis, Chamaecerasus, Amygdalus, Forsythia, Punica, Lantana, Berberis und Quercus. Stets fehlen Bäume, bei deren Auftreten Adamović von «Buschwald» spricht (vgl. Borza 31; z. B. Amygdaletum nanae).

D. Subkontinentale pannonische Traubeneichen-Zerreichenwaldzone

Während im zentralen Tiefland noch typische Eichen-Steppenwälder auftreten, baut die in der Theiss-Tiefebene auskeilende Quercus frainetto keine eigene Gesellschaft auf. Etwas niedrigere Jahrestemperatur (9° C, Juli +20° C) und ein weniger heißer Sommer bei etwa gleichhohen Niederschlägen (550–600 mm), schwächen den Waldsteppencharakter ab (Abb. 185). Dies äußert sich auch im Waldgesellschaftskomplex mit zunehmend mitteleuropäischem Einfluß und azonaler Beschränkung thermophiler Gesellschaften (HÜBL 79). Im pannonischen Eichenwaldgebiet (Balaton, ZÓLYOMI 57) ist Quercus schon sehr früh in boreale Betula-Quercus-Taigawälder eingewandert. Eichenmischwälder wurden zuerst durch Tilia und Ulmus später auch durch Fraxinus, Carpinus (Fagus) angereichert.

Pannonische Höhenstufen (Soó, 64, Abb. 194, 195).

Planarer Eichen-Steppenwald (Alföld, 100–250 m): Aceri tatarici-Quercetum auf Löß-, Silikat- und Alkaliböden (siehe Steppenwaldzone).

Kolliner Eichenmischwald (250–400 m): Zerreichen-Traubeneichenwald, basiphiler Eichen-Hainbuchenwald, mitteleuropäischer Eichen-Hainbuchenwald (300–500 m), extrazonaler Flaumeichen-Buschwald.

Submontaner Buchen-Mischwald (über 550 m): Submontaner Hainbuchen-Buchenwald (Melitti-Fagetum), tiefmontaner extrazonaler Buchenwald (Aconito-Fagetum).

I. Kolliner zonaler Eichen-Mischwald

Eichenmischwälder nehmen die durchschnittlichen Klimaxstandorte im hügeligen Matra-Gebirge ein. Sonderstandorte besiedeln Flaumeichenwaldreste (steile Oberhänge), Eichen-Hainbuchenwälder (Täler); Melissen-Buchenwald (Schattseiten) und Drahtschmielen-Buchenwald (versauerte Schattseiten), Schwarzerlenwald (Bachtäler).

1. Traubeneichen-Zerreichen-Mischwald (Quercetum petraeae-cerris pannonicum, FEKETE 65, HORÁNSZKY 64, KOVÁCS-PODANI 79, Abb. 195)

Die Gesellschaft zwischen dem Potentillo albae-Quercetum und dem Quercetum frainetto-cerris ist weit verbreitet im nordungarischen Mittelgebirge. Zwischen 250–350 m auf Schattseiten (bis

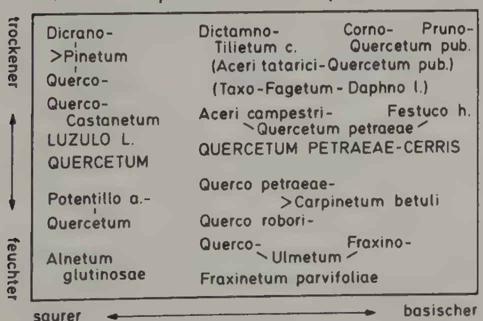


Abb. 194: Waldgesellschaftskomplex in der pannonischen Traubeneichen-Zerreichenwaldzone (Quercion petraeae-cerris pannonicum).

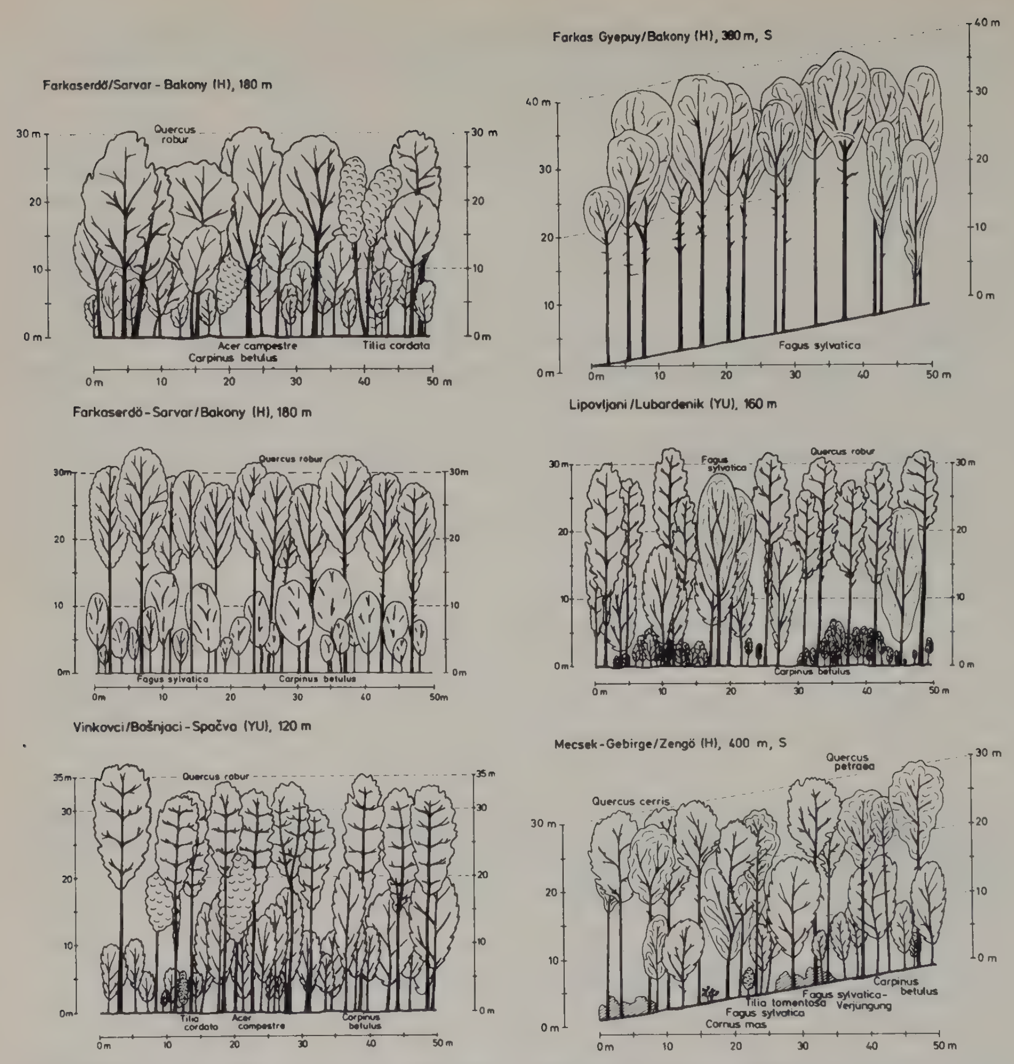


Abb. 195: Laubmischwälder im pannonischen Eichen-Hainbuchenwaldgebiet. Wuchsoptimales Carici pilosae-Fagetum im Bakony-Wald. Naturnaher Stieleichen-Hainbuchenwald Sarvar (oben). Furnierholzfähiger Stieleichen-Hainbuchen-Zweischichtenbestand Sarvar (Mitte). Kroatischer Stieleichen-Hainbuchenwald (Lubardnik) mit Buche außerhalb des Auwaldes. Typischer Stieleichen-Hainbuchenwald im Auwald Vinkovci. Quercetum petraeae-cerris im Mecsek-Gebirge.

650 m auf Sonnseiten) kommen auf podsoliger Braunerde (Sandstein-Andesit), 15–20 m hohe Quercus petraea- und Quercus cerris-Mischwälder vor: Quercus pubesces, Fraxinus ornus, Acer tataricum; Carpinus betulus (Unterhänge). S.: Ligustrum vulgare, Colutea arborescens, Pyrus communis, Euonymus verrucosa. Xerotherme Eichen-Mischwaldarten dominieren in der artenreichen Krautschicht: Achillea ochroleuca, Astragalus glycyphyllus, Carex michelii; Tanacetum corymbosum, Festuca heterophylla, Genista tinctoria, Lychnis coronaria; auch Potentillo-Quercion-Arten: Carex montana, Potentilla alba, einzelne Waldsteppen-Elemente. Pulmonaria mollissima, Euphorbia polychroma.

Grasreicher Stieleichen-Zerreichen-Mischwald (Agrostio tenuis-Quercetum robori-cerris, Csapody 74). In der kleinen ungarischen Tiefebene auf ärmeren Schottern; Festuca rupicola, Briza media, Poa angustifolia, Calamagrostis epigeios. Tendenz zum bodensauren Eichenmischwald.

2. Wärmeliebender Eichenmischwald (Festuco heterophyllae-Quercetum)

Die ostslowakische Einheit (JURKO 75) auf wärmebegünstigten Lößstandorten (300–500 m) steht an ihrer nördlichen Verbreitungsgrenze zwischen dem Carpinion betuli und dem Ceraso mahalebis-Quercetum pubescentis. Baumschicht mit Trauben- und Stieleiche (Hainbuche). **CA.:** Pulmonaria mollissima, Astragalus glycyphyllus, Betonica officinalis, Festuca heterophylla sowie thermophile Arten: Trifolium alpestre, Campanula bononiensis (NEUHÄUSLOVÁ-NOVOTNÁ 70).

3. Subkontinentaler Fingerkraut-Eichenwald (Potentillo albae-Quercetum)

Im innerkarpatischen Becken (300–500 m) werden mäßig saure, wechselfeuchte Pseudogley-Böden besiedelt. Zur dominierenden Quercus robur gesellen sich Qu. pedunculiflora, Qu. petraea, schattseitig Carpinus betulus; **S.:** Frangula alnus, Corylus avellana. **K.:** Potentilla alba, Vicia cassubica, Pulmonaria mollissima, Carex montana, Serratula tinctoria, Melica picta, Campanula cervicaria, Lathyrus niger, Selinum carvifolia, Cytisus nigricans, Primula veris. In Őrség (POČS 58) werden steile Schotterhänge von einer bodentrockenen Zerr- und Traubeneichen-Gesellschaft besiedelt (Waldkiefer) mit Festuca capillata, Genista sagittalis, Dianthus armeria und xerothermen Elementen: Anthericum ramosum, Peucedanum oreoselinum.

4. Feldahorn-Eichenmischwald (Aceri campestri-Quercetum petraeae, FEKETE 65)

In den Karpatenbecken (BORZA 31) und im pannonischen Tiefland, 30–50 m höher gelegen als das Aceri tatarici-Quercetum, steht die Einheit im Kontakt mit dem Hügelland-Traubeneichen-Zerreichen-Mischwald. Der thermophile, meist niederwaldartige Laubmischwald (10–15 m) markiert die Trockengrenze des Eichen-Hainbuchenwaldes. **S.:** Crataegus monogyna, Euonymus verrucosa; **K.:** Bromus benekenii, Melica uniflora, Stellaria holostea; ferner Galium odoratum, Lithospermum purpurocaeruleum, Satureja vulgaris, Pulmonaria mollissima, Isopyrum thalictroides.

5. Bodensaurer Eichenmischwald (Luzulo luzuloidis-Quercetum petraeae)

Auf Quarzit und Gneis stocken geringwüchsige Eichenbestände in der Ostslowakei (JURKO 75). **B.:** Traubeneiche, Buche beigemischt; **CA.:** Luzula luzuloides, Avenella flexuosa, Hieracium lachenalii, Melampyrum pratense, Genista pilosa. Schattseitige Ausbildung auf skeletthaltigen Podsolbraunerden mit Vaccinium myrtillus, Polypodium vulgare, Festuca ovina, Calluna vulgaris. Grasreiche Genista tinctoria-Ausbildung auf warm-trockenen, tiefgründigen Standorten: Calamagrostis arundinacea, Poa nemoralis; bei Pseudovergleyung Molinia arundinacea. Am Rande des Steppenwaldgebietes auf steilen Schattseiten mit Podsolbraunerden schon Buche beigemischt (Višegrad, HORÁNSZKY 1964). Fagus-Ausbildung mit Quercus cerris, Fraxinus ornus, auch thermophile Arten: Tanacetum corymbosum, Campanula persicifolia, sowie azidophile Elemente: Cytisus nigricans, Cardaminopsis arenosa, Genista pilosa, Viscaria vulgaris. Oberbodenversauerung belegen Pleurozium schreberi, Leucobryum glaucum.

6. Kastanienwald (CSAPODY 69)

Nur in Westungarn finden sich subspontane Kastanienwälder auf bodensauren Eichenmischwaldstandorten. **CA.:** Centaurea stenolepis, Laserpitium pruthenicum, Lathyrus montanus. Wärmeliebende Elemente: Carex montana, Cytisus nigricans, Potentilla alba. Viele Bodensäurezeiger: Calluna, Vaccinium myrtillus, Sieglingia decumbens.

II. Extrazonaler submontan-kolliner Eichen-Hainbuchenwald (Carpinion betuli pannonicum)

Im Gegensatz zum danubischen Steppenwald mit Kontakt zur ukrainischen Steppe besteht in der pannonischen Steppenwaldinsel noch Kontakt zum Carpinion betuli (WEINERT 68).

1. Traubeneichen-Hainbuchenwald

(Carici pilosae-Carpinetum)

Im Alföld (FEKETE 65) und nördlich von Budapest (HORÁNSZKY 64) tritt der Traubeneichen-Hainbuchenwald nur extrazonal an höher gelegenen schattseitigen Hängen (Parabraunerden) oder in tieferen Tälern auf. **B.:** Traubeneiche, Hainbuche, Kirsche, Winterlinde (Zerreiche); **CA.:** Carex alba, Bromus benekenii, Stellaria holostea, ferner Isopyrum thalictroides, Helleborus purpurascens; Cornus mas, Staphylea pinnata. Im etwas kühleren und niederschlagsreicheren Flysch- und Andesitgebiet der Ostslowakei (JURKO 75) schon auf durchschnittlichen Standorten verbreitet; Aposeris foetida, Symphytum tuberosum, Dryopteris filix-mas. Bodensaure Ausbildung (SOÓ 64) mit Luzula luzuloides, Lathyrus montanus; Übergang zum Luzulo-Quercetum genistetosum. Während das Primulo veris-Carpinetum besonders typisch für frische Talstandorte der kühlerkontinentalen Waldsteppenlandschaft ist, siedelt das Polygonato latifolii-Carpinetum in kleineren Tälern des südslowakischen Lößhügellandes.

2. Stieleichen-Hainbuchenwald

(Querco robori-Carpinetum, Abb. 195)

Überwiegend azonal in den Auwäldern mit regelmäßiger Feldeschen-Beimischung (Fraxino parvifoliae-Carpinetum, BORHIDI 68) verbreitet, kennzeichnen die Übergangsgesellschaft zum ungarischen Hügelland Helleborus dumetorum, Vicia oroboides. Im Alföld (FEKETE 65) stocken wüchsige Stieleichen-Hainbuchenwälder (25–30 m) extrazonal in tieferen Tälern und an schattseitigen Unterhängen. Feuchtigkeitsbegünstigung belegen Aegopodium podagraria, Stachys sylvatica. Zonale Vorkommen auf schweren Lehmbraunerden mit Feldahorn, Kirsche, Winterlinde sind weniger wüchsig (4–5 fm). **CA.:** Vinca minor, Gagea spathacea, Stellaria holostea, Melampyrum nemorosum; dominant Galium odoratum, Pulmonaria obscura, Athyrium filix-femina, Hedera helix, Galium schultesii.

III. Pannonischer Flaumeichen-Buschwald

(Quercion pubescenti-petraeae, JAKUCS 61)

1. Felsenkirschen-Flaumeichen-Buschwald (Pruno mahalebis-Quercetum pubescentis)

Auf steilen, felsigen Südhängen des Ungarischen Mittelgebirges, bis ins Mährische Karstgebiet und nach Süddeutschland ausstrahlend, kommen parkartig aufgelockerte, niedrige (4–6 m) krüppelige Buschwälder vor. **CA.:** Ferula sadleriana, Silene nemoralis, Carduus collinus; Crepis praemorsa, Inula conyza. In den Pollauer Bergen (300–500 m) auch Clematis recta, Arabis pauciflora. Bei Višegrad (HORÁNSZKY 64) Ausbildung mit Poa pannonica, Amygdalus nana, Aster linosyris.

2. Perückenstrauch-Flaumeichen-Buschwald
(Cotino coggygriae-Quercetum pubescentis)

Im ungarischen Mittelgebirge und in Transdanubien stockt auf sonnseitigen Dolomitstandorten die Einheit stark verarmt mit Quercus robur, Sesleria varia, Festuca heterophylla, Asperula tinctoria; ferner Limodorum abortivum, Quercus pubescens, Qu. cerris (Abb. 191).

3. Hartriegel-Flaumeichen-Buschwald (Corno mas-Quercetum pubescentis)

Auf steilen, flachgründigen Sonnseiten des Matra-Gebirges (KOVÁCS 69) sind auf Kalk und Andesit die thermophilen Eichenwälder sehr geringwüchsig (10–12 m). **B.:** Quercus pubescens, Qu. petraea, Fraxinus ornus, Acer tataricum. Steppenwaldarten: Carex michelii, Pulmonaria mollissima, Veronica spuria ssp. foliosa; ferner Colutea arborescens, Sorbus domestica, Dictamnus albus, Adonis vernalis, Festuca sulcata. Außerdem Carex humilis, Bromus erectus, Festuca pseudodalmatica. Bei Kahlschlägen entwickeln sich Steppenrasen mit Stipa capillata, Chrysopogon gryllus, Andropogon ischaemum. Teilweise Kontakt zum Aceri tatarici-Quercetum auf verbraunten Löss-Schwarzerden. Relikte im Ostalpen-Vorfeld.

IV. Pannonischer Lindenmischwald

1. Diptam-Winterlindenmischwald (Dictamno albi-Tilietum cordatae, FEKETE 65)

Oberhalb des Eichensteppenwaldes stocken an sanftgeneigten Hängen (250–300 m) mit lessivierten braunen Waldböden artenreiche Tilia cordata-Wälder mit Fraxinus ornus, Acer tataricum, Quercus robur, Acer campestre. **S.:** Euonymus verrucosa, Rhamnus catharticus, Staphylea pinnata; **CA.:** Pulmonaria mollissima, Iris variegata, Carex michelii; ferner Flaumeichenwald-Arten: Lathyrus niger, Melittis melissophyllum, Asparagus officinalis, Lithospermum purpurocaeruleum, Polygonatum latifolium.

2. Sommerlinden-Blockhaldenwald (Mercuriali perennis-Tilietum platyphylli, HORÁNSZKY 64, KOVAĆS 68, SIMON 77, Abb. 191)

Bei Višegrad und im Matra-Gebirge (650–900 m) besiedeln Schutthalden und felsige Rippen auf Schattseiten lindenreiche Bestände mit Quercus petraea, Carpinus betulus (Buche); in dieser Vikariante des Tilio-Fagetum dominiert in der Strauchschicht Cornus mas; **CA.:** Adoxa moschatellina, Geranium lucidum, Hesperis matronalis, Melica uniflora, Cystopteris filix-fragilis, Waldsteinia geoides, Carex brevicollis, Scopolia carniolica, ferner Tanacetum corymbosum, Euonymus verrucosa, Primula veris.

V. Eibensteilhangwald im Bakony-Wald (MAJER 81)

Komplex mit thermophilem Daphno laureolae-Fagetum (Fraxinus ornus, Carpinus betulus, Hedera helix, Lilium martagon), Taxo-Fagetum (Galium odoratum, Hedera helix, Dentaria bulbifera, Tilia platyphyllos), Mercuriali-Tilietum (Carpinus betulus, Melica uniflora, Corydalis cava, Fraxinus excelsior, Cornus mas, Acer campestre) und Fago-Ornetum (Acer platanoides, Campanula trachelium, Fraxinus ornus, Quercus pubescens, Carex alba). Eibe auf 287 ha stark

verbreitet (120 000), beträchtliche Durchmesser (40–60 cm), hohes Alter (bis 300 Jahre) bei geringer Höhe (5–10 m). Dieses grenznahe Vorkommen bei Veszprem ist kaum kleiner als das slowakische Optimalvorkommen Harmanec (KORPEL-PAULE 76).

VI. Extrazonaler submontaner Buchenwald (Abb. 195)

1. Melissen-Buchenwald (Melitti-[Carpino]Fagetum, SOÓ 74)

Im Hügelland und Mittelgebirge, am Rand des Steppenwaldgebietes, sind Buchenwälder extrazonal auf schattseitige Inseln im Eichen-Hainbuchenwaldgebiet beschränkt. Für die ungarischen Buchenwälder (Bakony-Gebirge) ist der thermophile Melissen-Buchenwald besonders typisch; Carpinus betulus, Quercus cerris. **CA.**: Daphne laureola, Knautia drymeia, Tamus communis, Primula acaulis; auch Dentaria enneaphyllos, Helleborus dumetorum, Lathyrus venetus, Primula vulgaris, Veratrum nigrum. Subkarpatische Ausbildung (400–900 m) mit Helleborus purpurascens, Lathyrus transsylvanicus, Scopolia carniolica.

Seidelbast-Buchenmischwald (Daphno laureolae-Fagetum) im westlichen, ungarischen Mittelgebirge (Balaton 200–700 m) mit Allium ursinum, Corydalis intermedia. Bei Višegrad (HORÁNSZKY 64) leiten extrazonale, schattseitige Inseln des **Perlgras-Buchenwaldes** (Melico uniflorae-Fagetum) zum mitteleuropäischen Buchenwald über (Galium odoratum, Dentaria bulbifera).

Bodensaurer Eichen-Buchenwald (Luzulo-Querco-Fagetum) ebenfalls auf Nordseiten beschränkt (nördliches ungarisches Mittelgebirge, 400–650 m); Kleine Karpaten und Mecsek-Gebirge (HORVAT 56, vgl. POČS 58). Das Luzulo-Avenello-Fagetum hat schon tiefmontanen Charakter.

2. Felsen-Bergahorn-Schluchtwald
(Phyllitido-Aceretum, HORÁNSZKY 64, KOVAĆS 68)

Im Mittelgebirge kommt auf schuttreichen Schattseiten randlich der Hirschzungen-Bergahornwald vor, der damit die weniger extreme pannonische Waldsteppenregion charakterisiert. Edellaubbaumreiche Oberschicht: Acer pseudoplatanus, A. platanoides, Fraxinus excelsior, Ulmus glabra, Carpinus betulus, Tilia platyphyllos, Fagus sylvatica; **CA.**: Lunaria rediviva, Scrophularia vernalis, Aethusa cynapium, reichlich Nitrifikationszeiger: Sambucus nigra, Parietaria erecta, Geranium robertianum; Pleurospermum austriacum, Moos-Synusien (Mnium punctatum).

VII. Azonaler Nadelwald

1. Sandkiefernwald (Dicrano-Pinetum sylvestris)

Vom Ostalpenrand strahlen moosreiche Kiefernwälder bis in das Bakony-Vorland aus (POČS 58), die durch Sandsteppenarten (Festuca vaginata, F. sulcata, Corynephorus canescens) charakterisiert werden. Lokal Quercus robur und reliktisch Daphne cneorum. Wintergrün-Kiefernwälder (Pyrola secunda, rotundifolia, chlorantha, minor, uniflora; Chimaphila umbellata) besiedeln schon wüchsigere Standorte, zum Teil sekundär auf Pino-Quercetum-Standorten; besonders geringwüchsig sind Calluna vulgaris- und Cladonia-Kiefernwälder (RUZIČKA 61); Cytisus supinus, Festuca capillata, Sieglingia decumbens, Cladonia-Arten. Das **Pino-Quercetum** roboris molinietosum mit Nardus stricta dürfte stark anthropogen beeinflußt sein, noch mehr offene Birkenheiden

(Calluno-Betuletum pendulae) mit Juniperus communis, Sarothamnus scoparius, Carex fritschii, C. ericetorum, Jasione montana. Bodensaurer Zwergstrauch-Reliktkiefernwald (Querco-Pinetum, JURKO 75) mit Calluna vulgaris, Vaccinium vitis-idaea, V. myrtillus; mächtige Moosschicht (Polytrichum piliferum, Hypnum cupressiforme). Lokal Sphagno-Pinetum.

2. Wacholder-Silberpappel-Pionierwald (Junipero communi-Populetum albae)

Im Nationalpark Kiskunsag werden Flugsandhügel von Juniperus communis und Populus alba besiedelt, einer extrem artenarmen Pioniergesellschaft. Südslowakische Vorkommen auf kalkreichen Sanddünen sind artenreicher mit Quercus cerris, Ligustrum vulgare, Calamagrostis epigeios, Teucrium chamaedrys. Diese Ausbildung entstand nach Degradierung des Steppen-Eichenwaldes (KÁRPÁTIOVÁ et al. 1961, Abb. 191).

VIII. Pannonischer Auwald

Die Auwälder des Alfölds (SIMON 77; Theiß-Tiefebene, BERTA 70, POČS 58) haben weitgehende Ähnlichkeit mit den Sava-Auen, auch mit den mitteleuropäischen Donau-Auen (JURKO 75).

1. Ufernahe Wälder (Fließgewässer, BERTA 70)

a) Strauchweidensaum (Salicetum triandrae)

Initialbestockung auf sandiger Flußablagerung mit Salix triandra, S. alba. Reichlich Lianen (Calystegia sepium, Echinocystis lobata; Baldingera arundinacea.

b) Silberweiden-Pappelau (Salicetum albae, Salici-Populetum)

Der Weichholzauwald besiedelt vergleyte Rohauböden bei ausgezeichneter Wuchsleistung (25–30 m, dgz 15–20/30 fm). **B.:** Salix alba, S. fragilis, Populus nigra, Ulmus laevis, Populus alba, (Fraxinus parvifolia, Quercus robur). **K.:** Leucojum aestivum, Rudbeckia laciniata, Lycopus europaeus, lokal Matteucia struthiopteris.

c) Seggen-Feldeschen-Au (Carici acutiformis-Fraxinetum parvifoliae)

Auf den alluvialen, schweren, tonigen Anmoorgley-Böden der feuchtesten Ulmen-Eschen-Hartholzau mit Ähnlichkeit zum Seggen-Schwarzerlenwald stocken Mischbestände von Fraxinus parvifolia, Ulmus laevis, Quercus robur (bis 200 cm ∅); reichlich Ausläufer-Seggen; Carex acutiformis, C. vesicaria, C. riparia, C. elongata, Rumex sanguineus, Iris pseudacorus.

d) Eschen-Ulmenwald (Ulmo minoris-Fraxinetum parvifoliae)

Die höher gelegenen Eschen-Ulmenwälder werden nur noch alle 4–6 Jahre überschwemmt. **B.:** Ulmus minor (laevis), Fraxinus parvifolia, Prunus padus, Alnus incana; **CA.:** Oenanthe banatica, Galium ruboides, Viola elatior, Physalis alkekengi, Fritillaria meleagris; ferner Carex remota, Aristolochia clematites. Höher gelegene Quercus-Variante (HORÁK 1960).

e) **Feldulmen-Stieleichen-Au** (Ulmo minoris-Quercetum roboris)

Die Stieleichen-Hartholzau besiedelt die höchsten Standorte an der Grenze der regelmäßigen Überschwemmung. Baumschicht von mäßiger Wuchsleistung (60 Jahre, 350 fm, dgz 6 fm); Quercus robur, Ulmus minor (Ulmensterben), Populus alba, Malus sylvestris; auch Fraxinus parvifolia, Carpinus betulus, Acer tataricum; üppige Strauchschicht mit Frangula alnus; **K.**: Ophioglossum vulgatum, Euphorbia stricta, Cerastium sylvaticum.

f) **Stieleichen-Hainbuchenwald** (Robori-Carpinetum)

Die verbraunten Auböden (Vega) mit tiefem (2–4 m) Grundwasserspiegel werden nur noch bei Katastrophen-Hochwasser überschwemmt; **B.**: Quercus robur, Carpinus betulus, Tilia cordata, Acer tataricum, Ulmus glabra; **CA.**: Gagea spathacea, Leucojum vernum, ferner Melampyrum nemorosum, auch schon Laubwaldarten, Carex sylvatica, Galium odoratum. Die tiefere und feuchtere Fraxinus parvifolia-Ausbildung (Carex remota, Ophioglossum vulgatum) hat noch azonalen Auwaldcharakter, die höher gelegene, trockenere Viola mirabilis-Ausbildung schon zonaler Klimaxtyp.

2. Bruchwälder der Stillgewässer

Weiter vom Strom entfernt und nur noch schwach überschwemmt, siedeln im Auwald spezielle Verlandungsgesellschaften an Altwässern (Limane; Berta 70, Simon 57, Poćs 58).

a) **Grauweiden-Bruchmoorgebüsch** (Salicetum pentandro-cinereae)

Die Salix pentandra-Endphase der Verlandung von eutrophen Altwässern nach Röhricht- und Großseggenbeständen stockt auf Niedermoortorf-Gleyböden mit 20–40 cm sommerlicher Stauwassertiefe. **S.**: Salix cinerea, Frangula alnus; reiche Krautschicht mit Thelypteris palustris, Calamagrostis canescens, Phragmites communis, Carex elata. Ältere Verlandungsflächen mit Comarum palustre, Galium palustre, Amblystegium riparium, Sphagnum recurvum.

b) **Großseggen-Schwarzerlen-Bruchwald** (Carici elongatae-Alnetum glutinosae)

Für den typischen Erlen-Bruchwald sind lange (November-Juli) Überschwemmungen, 40–80 cm Bruchwaldtorf, 40–60 cm sommerlicher Stauwassertiefe sowie ein Kleinstandortsmosaik mit bis 80 cm hohen Blüten und Schlenken typisch. **B.**: Alnus glutinosa mit Stütz- und Stelzwurzeln, Salix fragilis, Betula pubescens, Fraxinus parvifolia, Prunus padus, Frangula alnus. **CA.**: Calamagrostis canescens, Thelypteris palustris, Dryopteris carthusiana, Carex pseudocyperus, Equisetum fluviatile. Die meisten Standorte sind in Feuchtwiesen umgewandelt.

3. Schwarzerlen-Bachauwald (Aegopodio podagrariae-Alnetum glutinosae, Kárpáti et al. 63)

Bachbegleitende Schwarzerlenauen im pannonischen Mittelgebirge und im Karpaten-Vorland charakterisieren Carex remota, Equisetum maximum, Chrysosplenium alternifolium, Matteucia struthiopteris; montanen Charakter hat die Vorkarpatengesellschaft: Stellaria nemorum, Chaerophyllum hirsutum, Dentaria glandulosa. Das Carici brizoides-Alnetum glutinosae (Poćs 58) an Bächen (Ungarisches Mittelgebirge auf sandigen Mineral-Gleyböden) kennzeichnen viele Sträucher (Prunus padus, Frangula alnus, Sambucus nigra) vor allem Carex brizoides, Glechoma hederacea, Lycopus europaeus, Caltha laeta, Filipendula ulmaria.

E. Illyrische Eichen-Hainbuchenwaldzone

(Carpinion betuli illyricum, Abb. 196)

Die Eigenständigkeit des Carpinion betuli illyricum (OBERDORFER 57, HORVAT 56) ist ausgeprägt. Braunerde-Eichen-Hainbuchen-Mischwälder „mitteleuropäischen Charakters" bilden in Kroatien und Nordbosnien großflächige, landschaftsbestimmende, klimazonale Wälder mit deutlicher physiognomischer, ökologischer und floristischer Abgrenzung zum Rotbuchenwald, zur subkontinentalen Quercion frainetto- und submediterranen Ostryo-Carpinion-Zone sowie durch größeren Artenreichtum zu mitteleuropäischen Ausbildungen.

Der Verbreitungsschwerpunkt liegt in Kroatien und Nordbosnien mit Übergang zum pannonischen Hügelland (300–400/600 m). In der relativ niederschlagsreichen Zone (800–1500 mm N) existiert keine Dürrezeit. Das Klima ist mäßig kontinental (Juli 18, 7–22,2° C). Typisch ist die Zone um Zagreb, Bihač, Karlovač und Banja Luka ausgebildet, am Übergang von der submediterranen zur kontinentalen Eichen-Mischwald-Zone. Im Osten mit 600–900 mm N werden nur bodenfeuchtere Standorte besiedelt.

Da nach der regionalen Waldgeschichte (GIGOV-NIKOLIĆ 60) schon im Präboreal Buche, Eiche (seit Boreal dominierend) und Hainbuche auftreten, kommen Eichen-Hainbuchenwälder im illyrischen Tiefland mindestens 5000 Jahre länger als in Mitteleuropa vor. Seit der Altsteinzeit hat der Mensch intensiv in die natürliche Bewaldung eingegriffen und die Eiche zur Förderung der Mast einseitig begünstigt.

I. Illyrischer Traubeneichen-Hainbuchenwald

(Querco petraeae-Carpinetum illyricum, Abb. 196)

Auf durchschnittlichen Braunerden ohne Grundwassereinfluß und extremem Lokalklima stocken die artenreichsten Eichen-Hainbuchenwälder Europas mit vielschichtiger Struktur. Quercus petraea wüchsig (30 m) und gut geformt; in der unteren Oberschicht Carpinus betulus, Prunus avium, Acer campestre, A. tataricum, A. pseudoplatanus, A. platanoides, auch submontane Arten wie Fagus sylvatica, F. moesiaca, Ulmus glabra, Fraxinus excelsior. Wärmeliebende Bäume (Castanea sativa, Quercus cerris, Fraxinus ornus) belegen die Klimabegünstigung. Reichlich Sträucher; Corylus avellana (bis 5 m), Euonymus europaea, Cornus sanguinea. Wärmeliebende Arten bezeichnend: Ligustrum vulgare, Viburnum lantana, Sorbus torminalis; speziell Staphylea pinnata, Ruscus aculeatus. Viele illyrische Kennarten (HORVAT 58): Epimedium alpinum, Lonicera caprifolium, Erythronium dens-canis, Helleborus odorus, Vicia oroboides, Lamium orvala, Helleborus dumetorum ssp. atrorubens, Hacquetia epipactis, Knautia drymeia, Primula

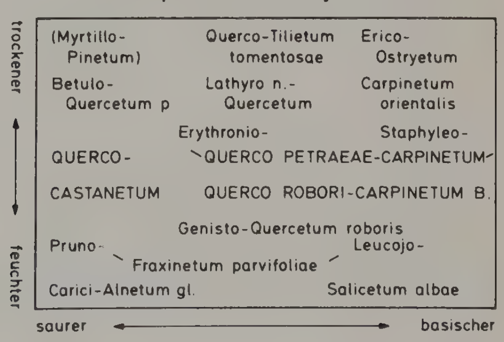


Abb. 196: Waldgesellschaftskomplex in der illyrischen Eichen-Hainbuchenwaldzone (Carpinion betuli illyricum).

vulgaris, Cyclamen purpurascens, Quercus cerris, Acer tataricum, Tamus communis, Eranthis hyemalis. Im übrigen mitteleuropäisch anmutende Artengarnitur: Pulmonaria officinalis, Polygonatum multiflorum, Galium sylvaticum, Stellaria holostea. Der illyrische Traubeneichen-Hainbuchenwald umfaßt bei breiter ökologischer und geographischer Amplitude (SW-Ungarn, Slowenien, Kroatien, Bosnien) viele Gesellschaften.

1. Pimpernuss-Eichen-Hainbuchenwald

(Staphyleo-Carpinetum illyricum, Horvat 62)

Auf diese anspruchvollste kolline Gesellschaft im niedrigen nordwestkroatischen Bergland ist Helleborus dumetorum ssp. atrorubens beschränkt. **DA.:** Staphylea pinnata, Rhamnus catharticus; Hacquetia epipactis, Carex digitata, Vicia oroboides. Ausklingenden (sub-)montanen Klimaeinfluß belegen Aconitum vulparia, Salvia glutinosa, Buche, Bergahorn, Bergulme. Durch die kalkhaltigen, sehr produktiven Böden ergibt sich eine Standortsparallele zum Kalkbuchenwald (Cyclamen purpurascens). Anspruchsvolle, meist großblätterige Arten auffallend: Ranunculus lanuginosus, Paris quadrifolia, Geranium phaeum, Lamium orvala, Campanula trachelium, Corydalis bulbosa.

2. Wimperseggen-Eichen-Hainbuchenwald

(Carici pilosae-Carpinetum illyricum, Horvat 62)

Im illyrischen, meist gerodeten, schwach geneigten Tief- und Hügelland sind die tiefgründigen Löß- und Lehmböden oberflächlich entkalkt. Braunerden – Parabraunerden mittlerer Sättigung, schwach sauer bis höchstens neutral dominieren. **DA.:** Hepatica nobilis, sowie südöstliche Arealtypen (wärmer, kontinentaler): Potentilla micrantha, Melampyrum nemorosum, Melittis melissophyllum, Helleborus dumetorum, Knautia drymeia und Crocus albiflorus differenzieren zur mitteleuropäischen Ausbildung (Ellenberg 1963). Die nördliche Grenze markiert verarmt das voralpine Carpinetum praealpinum (Marinčeck 79) in Slowenien mit Winter- und Sommerlinde (Anemone trifolia, Crocus napolitanus).

3. Hundszahn-Eichen-Hainbuchenwald

(Erythronio-Carpinetum illyricum, Horvat 62)

Eine Parallele zum mitteleuropäischen Sauerhumus-Eichen-Hainbuchenwald besteht durch stärker versauerte, primär basenarme Silikatböden. Diese häufigste Waldgesellschaft auf sauren Lehmböden ist durch Viehweide und Streunutzung verarmt; Verarmungsstadien des Carex pilosa-Eichen-Hainbuchenwaldes. **DA.:** Erythronium dens-canis, Lathyrus montanus. Säurezeiger: Polytrichum formosum, Primula vulgaris, Convallaria majalis, Melampyrum pratense. Im niederschlagsarmen Ostslavonien Rusco-Carpinetum illyricum (Horvat 62). Ritter-Studnička (63) beschreibt einen bosnischen Serpentin-Eichen-Hainbuchenwald.

4. Kastanienreicher Laubmischwald (Castaneo-Carpinetum illyricum)

Auf Silikat-Gestein mit kalkarmen Rankern bis sehr sauren Moder-(Rohhumus)Braunerden spielt Castanea im bodensauren Eichen-Hainbuchenwald eine viel größere Rolle als nördlich der Alpen. Castanea trat in Illyrien schon während der präborealen Föhrenphase auf (Gigov-Nikolić 60) und wurde durch den Menschen stark verbreitet. Die schönsten Bestände (NW-Kroatien, Ostbosnien; Kostajnica = Kastanie) auf Werfener Schiefer, Grünschiefer und Kalkgestein mit

versauerter Lehmüberdeckung. In der Baumschicht dominieren Castanea sativa, Quercus petraea, Carpinus betulus. Naturnah würde die Buche weitgehend Castanea ersetzen, anspruchsvollere Baumarten und Sträucher wären seltener. Kraut- und Moosschicht mit indifferenten Arten oder Säurezeiger; Pteridium aquilinum, Luzula luzuloides, Melampyrum pratense, Genista tinctoria, Lathyrus montanus, Hieracium umbellatum. Typische illyrische Arten sind seltener, da an basenreichere Böden gebunden. Auf stark versauerten Böden stockt der kastanienreiche Eichenwald (Querco-Castanetum illyricum). Ärmere Eichen-Hainbuchenwälder werden durch Kastanien-Niederwaldbetrieb degradiert.

II. Bodensaure azonale Wälder

1. Illyrischer Traubeneichen-Birkenwald (Betulo-Quercetum petraeae)

Der extrem artenarme Eichen-Birkenwald auf basenarmem Quarzsand besiedelt azonale Sonderstandorte. Nur die ärmsten und flachgründigsten Standorte tragen natürliche Eichen-Birkenwälder mit besonderer Labilität gegen anthropogenen Einfluß. Fast alle Ausbildungen auf lehmigen und sandigen Silikatböden sind anthropogen bedingte Eichenwald-Ersatzgesellschaften. Der Eichen-Birkenmischwald strahlt vom atlantischen Westeuropa bis nach SO aus. Betula pendula tritt neben der vorherrschenden Quercus petraea und Castanea sativa zurück. Lokal differenzieren Säurezeiger (Pteridium aquilinum, Calluna vulgaris). Nur wenige Arten sind auf Eichen-Birkenwälder beschränkt: Chamaespartium sagittale, Helleborus odorus, Cytisus procumbens, Hypochoëris radicata, Gnaphalium sylvaticum, Hieracium sabaudum, Polytrichum piliferum. Calluna vulgaris kommt nur in den am stärksten degradierten Eichen-Birkenwäldern zur Entfaltung. Der Eichen-Birkenwald ist potentiell meist ein Traubeneichenwald (z. B. auf Serpentin, Ritter-Studnička 70), vielfach verheidet, aufgelöst und als Niederwald genutzt. In Slowenien das Melampyro pratensis-Quercetum petraeae submediterraneum und praedinaricum mit den Subassoziationen luzuletosum luzuloidis, myrtilletosum, callunetosum (Puncer-Župančić 79).

2. Bodensaurer Föhrenwald (Myrtillo-Pinetum subpannonicum, Wraber 69)

Eine anthropogene Pyrola-Ersatzgesellschaft von Eichenmischwäldern nach Streunutzung, Beweidung oder Brand, bauen Pinus sylvestris und Betula pendula auf. K.: Blechnum spicant, Chimaphila umbellata, Bazzania trilobata, Orthilia secunda, Melampyrum pratense, Pyrola rotundifolia, Huperzia selago. Charakterarten fehlen in Sekundärwäldern.

III. Extrazonale Waldgesellschaften

1. Hopfenbuchen-Flaumeichenwald (Querco-Ostryetum, Horvat 38)

Die typische illyrische, thermophile Einheit stockt an flachgründigen, sonnseitigen Kalk- und Dolomitbergen im nördlichen Slowenien, in Kroatien und Bosnien. Geringwüchsige Baumschicht (Niederwald) mit Dominanz von Quercus pubescens oder seltener Sorbus torminalis; Quercus cerris, Ostrya carpinifolia, Fraxinus ornus, S.: Cornus mas, Euonymus verrucosa und anthropozoogene Berberidion-Arten. Artenreiche mosaikartige Krautschicht mit Freiland- und Waldgewächsen: Peucedanum oreoselinum, Tanacetum corymbosum, Geranium sanguineum, Lithospermum purpurocaeruleum, Trifolium rubens, Mercurialis ovata, Aster amellus, Melittis melissophyllum.

2. Platterbsen-Traubeneichenwald (Lathyro nigris-Quercetum, HORVAT 38)

Die artenärmere Ausbildung des Hopfenbuchen-Flaumeichenwaldes ist bedeutend leistungsfähiger durch tiefgründige, lehmige Böden, so daß selbst an Südlagen noch dichter Bestandesschluß erreicht wird. Quercus pubescens und Ostrya carpinifolia bleiben größtenteils aus, während Quercus petraea und cerris sowie Fraxinus ornus bei guter Wasserversorgung relativ raschwüchsig sind; für Carpinus betulus noch zu trocken in regenarmen Jahren. Bei weiterer Verwandtschaft zum Flaumeichenwald bereits viele Fagetalia; Serratula tinctoria, Galium sylvaticum, Convallaria majalis.

3. Schneeheide-Hopfenbuchenwald (Erico-Ostryetum, Abb. 202)

An steilen Dolomithängen gedeiht die sehr artenreiche Gesellschaft; Helleborus niger ssp. macranthus. Die meist niederwaldähnliche, lichte Baum- bis krüppelige Gebüschschicht bauen Ostrya carpinifolia, Fraxinus ornus, Sorbus aria auf; Acer obtusatum. Viele Sträucher: Viburnum lantana, Juniperus communis, Berberis vulgaris. Die Einheit steht zwischen Schneeheide-Schwarzkiefernwald, Flaumeichenwald und submediterranem Hopfenbuchenwald; Erica carnea-Schwarzkiefernwald ohne Schwarzkiefer; Erica carnea-Teppiche mit Daphne blagayana. Bei luftfeuchtem Talschluchtklima werden Laubbäume begünstigt, bei größerer Trockenheit Kiefer. Die Pionier- und Schutzwald-Gesellschaft hält an steilen Dolomithängen den rutschenden Schutt auf, namentlich Amelanchier ovalis, Fraxinus ornus und Ostrya. Bodenpionier ist der Blaugrasrasen (Seslerietum juncifoliae). Die seltene dealpine Sondergesellschaft löst im Kroatischen Küstenland das Seslerio-Ostryetum ab, dem Erica carnea, Polygala chamaebuxus fehlen.

4. Illyrischer Orienthainbuchenwald (Carpinetum orientalis illyricum, FABIJANIĆ-FUKAREK-STEPANOVIĆ 63)

Die xerotherme Laubwaldgesellschaft, im Osten meist degradiert, ist in Bosnien an sonnige Kalkhänge gebunden. Bei den Plitvicer Seen und bei Banja Luka sind für die Baumschicht typisch: Carpinus orientalis, Quercus pubescens, Fraxinus ornus, Pyrus communis, Ostrya carpinifolia, Carpinus betulus, Sesleria autumnalis (submediterran), ferner Helleborus odorus, Dorycnium pentaphyllum ssp. herbaceum. Auf kollinen Schattseiten extrazonale Buchenmischwaldreste, die nach Begünstigung des Eichen-Hainbuchenwaldes übrig blieben.

IV. Auwälder

Der Charakter der auf über 200 000 ha in den Sava- und Drava-Augen vorkommenden Quercus robur-Wälder mit Fraxinus parvifolia und Alnus glutinosa ist typisch südosteuropäisch. Wegen langdauernder Überschwemmung wurden sie erst seit 100–150 Jahren stärker beeinflußt. In den letzten Jahrzehnten treten lokal Rückgängigkeitserscheinungen auf; Ulmen- und Eichensterben (LEIBUNDGUT 66). In der Drava-Au mit stärkerem (0,34‰) Gefälle werden Sinkstoffe verschwemmt und es kommt zu Sandablagerung. Für die Sava-Au mit langsamerem (0,073‰) Gefälle und langer Überschwemmung (15–120 Tage je nach Lage, bis 4 m Höhe) ist Feinerdesedimentation typisch. Am häufigsten sind Frühjahrs- und Herbstregen-Hochwasser.

1. Weichholzauwald (Salicion albae, Abb. 197)

Auf flachen, flußnahen Kies- und Sandbänken (Drava-Aue) gedeihen raschwüchsige Weiden und Pappeln: Salix alba, S. fragilis, S. triandra, S. purpurea, Populus alba, P. nigra, P. canescens.

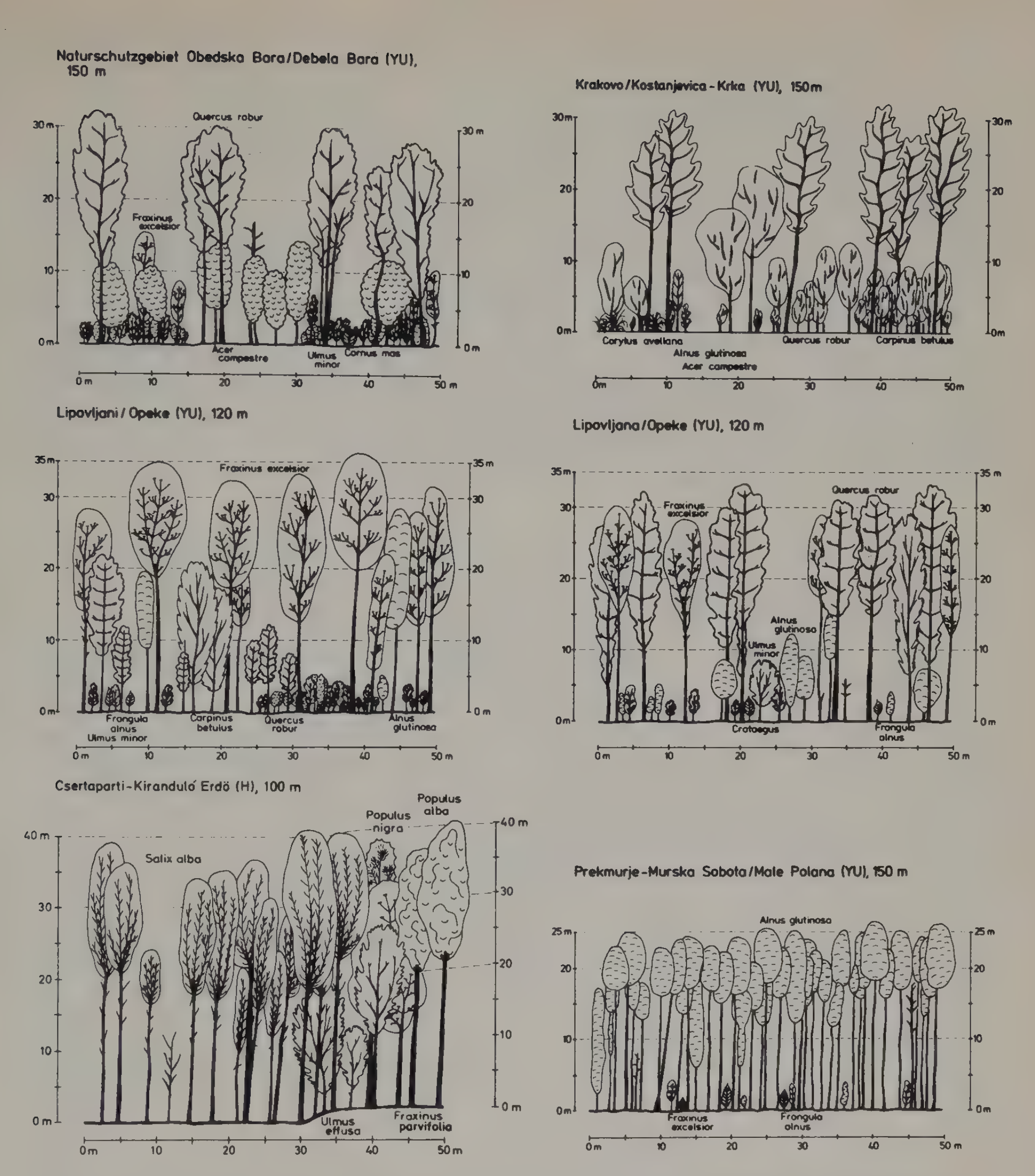


Abb. 197: Auwälder im illyrischen und pannonischen Eichen-Hainbuchenwaldgebiet. Eichen-Hainbuchen-Urwaldbestand Krakovo (Pseudostellario-Carpinetum, ACCETTO 74). Ulmen-Stieleichenwald im Naturschutzgebiet Obedska Bara. Lipovljana (120 m), Leucojo-Fraxinetum parvifoliae. Lipovljana (rechts) Genisto-Quercetum roboris. Prekmurje; Schwarzerlenbruchwald. Csertaparti; sehr wüchsiger Silberweidenwald in der Donau-Au.

Nur wenige Kräuter und Gräser (Myosotis palustris, Iris pseudacorus) halten den Überschwemmungen stand. Mit abnehmender Dauer der Überflutung kennzeichnen die Varianten: Phalaris arundinacea, Urtica dioica, Rubus caesius, Cornus sanguinea. In der höchsten Hartriegel-Variante finden sich bereits Harthölzer ein, namentlich Fraxinus parvifolia, Ulmus minor; Phragmites-Untergesellschaft weiter vom Fluß entfernt bei hohem Wasserstand aber relativ geringen Schwankungen (Alnus glutinosa). Das Alnetum incanae aceretosum (WRABER 56) klingt schon im Norden (Zagreb) aus. Initiale Weidengebüsche auf Kies- oder Lehmbänken spielen eine relativ geringe Rolle; Salicetum eleagno-daphnoides, Salici-Myricarietum.

2. Feldeschenwald (Leucojo aestivi-Fraxinetum parvifoliae, Glavač 59, Rauš 76, Abb. 197)

In Altwässern und oft überfluteten Dellen dauert die Grundwasseranhebung mit ausgeprägter Sauerstoffarmut lange an. Nur Spezialisten (Phragmites communis, Carices, Alnus glutinosa) können auf den tonigen Naßböden (Pelosol-Vega) gedeihen. **B.:** Alnus glutinosa (Atemöffnungen in den Lentizellen einige Dezimeter über der Bodenoberfläche), Fraxinus parvifolia (verträgt starke Wasserschwankungen) und Leucojum-Massenentfaltung charakterisieren den Feldeschenwald. Quercus robur und Ulmus minor nicht voll konkurrenzkräftig. **CA.:** Cardamine pratensis ssp. dentata, Urtica radicans, Alisma lanceolatum, Rorippa amphibia und typische Nässezeiger. Auf der Borke gedeihen üppig Epiphyten, Moose unterhalb und Flechten oberhalb des Hochwasserbereiches. Tiefste Variante mit Stillwasserbesiedlern: Hottonia palustris, Hydrocharis morsus-ranae; Alnus glutinosa-Einheit außerhalb des Überschwemmungsbereiches in Dellen mit zeitweisem Grundwasserstau; **DA.:** Salix cinerea, Frangula alnus, Peucedanum palustre, Dryopteris carthusiana, Filipendula ulmaria, Valeriana dioica und Erlenbruchwaldarten.

3. Stieleichen-Hartholzau (Genisto tinctoriae-Quercetum roboris, Horvat 38, Raus 73, Abb. 197)

Slavonische Eichenwälder charakterisieren noch urtümliche Hartholzauen, wenn auch im letzten Jahrhundert durch Waldweide, Kahlschlag, Wildverbiß zunehmend beeinträchtigt. Die sehr tonreiche Pelosol-Braune-Vega wird noch oft aber kurz überflutet. **B.:** Quercus robur (150jg., 28–32/40 m, bis 2 m ∅), Fraxinus parvifolia und speziell Ulmus minor (Ulmensterben) dominieren im relativ warmen Klima. Feldesche bildet auf Kahlschlägen und in Lücken Pionier-Vorwaldphasen. Auch Carpinus betulus, Acer campestre, Acer tataricum. Strauchschicht spärlich: Crataegus monogyna et laevigata, Frangula alnus. Ein üppiger, mosaikartiger Kräuterteppich entwickelt sich durch jährliche Sinkstoffdüngung aus Arten der Laubmischwälder, der Erlenbruchwälder und Weidenauen, aber auch von Wiesen (Molinio-Arrhenatheretea), Ruderal- und Uferfluren (Chenopodietea, Bidentetea), Charakterarten fehlen; nur lokal Carex remota, C. strigosa, Rumex sanguineus, Cerastium sylvaticum. Weitgehend ähnlich das Pseudostellario europapaeae-Quercetum bei Krakovo in Südslowenien mit urwaldartigen Eichenbeständen (Accetto 74, 75, Abb. 197) Horvat (38) unterschied den Eichenauenwald mit Carex remota auf relativ nassen Standorten, mit Carex brizoides auf etwas höherem Niveau und staunassem luftarmem Oberboden. Der Seegras-Auwald bildet den Übergang zum bodenfeuchten zonalen Eichen-Hainbuchenwald ohne Überschwemmung: **DA.:** Stellaria holostea, Luzula pilosa, Vinca minor, Polygonatum multiflorum.

4. Stieleichen-Hainbuchenwald (Querco robori-Carpinetum)

Die nach Horvat (38); Raus (75) selbständige Gesellschaft steht ökologisch wie floristisch zwischen dem typischen Hartholzauwald und dem Traubeneichen-Hainbuchenwald. Trotz klimazonaler Nähe gedeihen nur wenige illyrische Arten. Der feuchte Stieleichen-Hainbuchenwald besiedelt mehr azonal die höchsten Erhebungen der Auen über dem Überschwemmungsbereich (Abb. 197); **B.:** Quercus robur, Carpinus betulus, Ulmus minor, Acer campestre, Pyrus communis. Vereinzelt noch Feldesche, die durch weniger feuchten Standort und größere Konkurrenz die besten Stammformen aufweist (Emrović-Glavač-Pranjić 64). Neben der Dominanz von Carex brizoides und Auwaldarten differenzieren: Polygonatum multiflorum, Carex sylvatica, Veronica montana, Galium odoratum. Carex brizoides-Untergesellschaft. Das Pseudostellario europaeae-Carpinetum mit Gagea spathacea (Accetto 74, 75) ist ähnlich aufgebaut (Abb. 197). Der Seegras-Schwarzerlenwald (Horvat 38) im Übergang zum Stieleichen-Hainbuchenwald besitzt weder Bruch- noch Auwaldcharakter.

5. Schwarzerlen-Bruchwald (Carici elongatae-Alnetum)

Bei häufiger Durchnässung ohne Nährstoffzufuhr dauernasse organische Naßböden (Fen) bzw. sehr humusreiche Mineralböden (Anmoor). Im Drava-Tal kommen an der Südgrenze der Gesellschaft ausgedehnte Erlenbruch- oder Erlen-Eschenwälder vor (Prekmurje/Slowenien, Djurdjevac/Kroatien) nahezu wie im Spree-Wald. Nach GLAVAČ (72) und MLINŠEK (60) werden die besten Wuchsleistungen (Abb. 197, 198) des gesamten Areals durch das milde Klima auf grundwassernahen, basenreichen Gleyböden (nicht auf Torf) erreicht; Optimum bis 30/35 m, 8 fm Zuwachs. **B.:** Alnus glutinosa (Fraxinus parvifolia). **CA.:** Frangula alnus, Prunus padus, Humulus lupulus, Lycopus europaeus, Solanum dulcamara, Peucedanum palustris, Theypteris palustris, Carex elongata. Die Erlen bilden hohe Bülten, auf denen sich bereits Laubmischwaldarten ansiedeln können, während dazwischen fast das ganze Jahr Wasser steht. Besonders nasse Iris pseudacorus-Subassoziation (GLAVAČ 59). Weniger extreme und daher wüchsigere Bruchwaldgesellschaften mit Fraxinus parvifolia- und Ulmus laevis-Beimischung faßte RAUŠ (75) zum Frangulo-Alnetum glutinosae zusammen.

6. Erlen-Eschenwald (Pruno padi-Fraxinetum parvifoliae)

Durch großflächige Entwässerung von Schwarzerlenbruchwäldern entstanden vielfach auf anmoorigen Standorten ausgedehnte meist reine Schwarzerlen-Pionierbestände mit eindringender Fraxinus parvifolia; Carpinus betulus, Quercus robur, Fagetalia-Arten. Trennarten zum Schwarz-

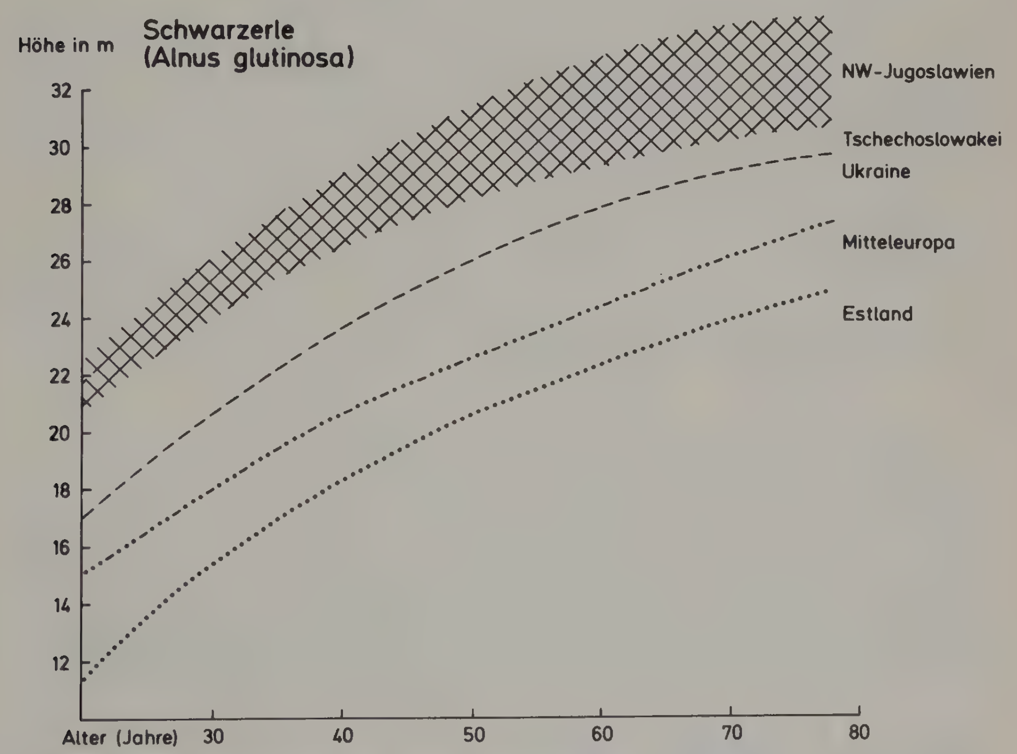


Abb. 198: Bestandeshöhenkurven der besten Schwarzerlen-Bonität: Estland (HALLER), Mitteleuropa (SCHWAPPACH), Ukraine (DAVIDOV), Tschechoslowakei (KORŠUN). Oberhöhen-Rahmen von Schwarzerlenbeständen in Nordwest-Jugoslawien aus der südlichen Zone des Carici-Alnetum und Pruno-Fraxinetum (GLAVAČ 72).

erlenbruchwald: Filipendula ulmaria, Aegopodium podagraria, Pulmonaria officinalis, Circaea lutetiana, Hedera helix, Stellaria holostea. Während der Wasserspiegel im Alnetum glutinosae selten tiefer als 80 cm steht, fällt er im Pruno-Fraxinetum bis 100/130 cm.

F. Illyrische Buchenwald-Zone

a) Pflanzengeographische Gliederung

Horvat (63) und Soó (64) gliedern die südosteuropäischen Buchenmischwälder in mehrere Verbände. Fagion illyricum (Nordwesten der Balkanhalbinsel); F. moesiacum (kontinentalere mittlere und östliche Balkanhalbinsel; F. hellenicum (südlicher, submediterraner Arealgrenzbereich); F. dacicum (Karpaten); F. orientalis (thrazischer Kontaktbereich mit Kleinasien); F. scardopindicum (Fukarek 77). Vom zentralen Fagion medioeuropaeum hebt sich das südosteuropäische, wesentlich artenreichere Entfaltungszentrum des Fagion deutlich ab.

b) Sonderstellung des illyrischen Buchenwaldes

Die größte Ausdehnung im Südosten besitzen illyrische Buchenwälder. Bei sehr früher Einwanderung in der präborealen Föhrenphase erreichte Buche kollin schon 30% Anteil, während in Berglagen Nadelwälder mit Kiefer, Fichte, Tanne herrschten. Vom frühen Postglazial bis heute dominieren tiefmontan Buchen, montan gemischt mit Tanne (Fichte). Noch viele buchenreiche Naturwälder und Urwälder (Peručica, Nord-Velebit, Plješivica, Biogradsko Gora) haben sich erhalten.

Die floristische Sonderstellung belegen der außerordentliche Artenreichtum und die zahlreichen engeren (21) und weiteren (24) illyrischen Verbandscharakterarten (Borhidi 63): Anemone trifolia, Astrantia major ssp. illyrica, Epimedium alpinum, Hacquetia epipactis, Dentaria polyphylla, Cardamine savensis, Homogyne sylvestris, Knautia drymeia, Lamium orvala, Helleborus dumetorum ssp. atrorubens, Helleborus niger ssp. macranthus, Omphalodes verna. Auf die Alpen greifen über: Cardamine trifolia, Cyclamen purpurascens, Dentaria enneaphyllos.

Sekundäre teilweise endemische Charakterarten: Aremonia agrimonoides, Asperula taurina, Asyneuma trichocalycinum, Doronicum caucasicum, Erythronium dens-canis, Euphorbia carniolica, Festuca drymeia, Geranium nodosum, Hieracium transsylvanicum, Polystichum setiferum, Primula vulgaris, Ruscus hypoglossum zum Teil gemeinsam mit dem Fagion dacicum. Die Buchenwälder (Mannigfaltigkeitszentrum Snježnik bis Velebit) sind mit 700 Arten viel artenreicher als mitteleuropäische (450; Horvat 63, Borhidi 60).

c) Regionale Gliederung des illyrischen Buchenwaldes

Submontane bis montane Buchenwälder auf basenarmen und basenreichen Böden sowie submediterrane, thermophile Buchenwälder; arm an Nadelbäumen.

Montane bis hochmontane Buchen-Tannenwälder (ohne Fichte) auf basenreichen Böden und nadelbaumreiche Buchen-Tannen-Fichtenwäldern auf basenarmen Böden.

Subalpine Bergahorn-Buchenwälder und Legbuchen-Stufe, arm an Nadelbäumen.

Edaphische Gruppierung (montan): flachgründige Kalkböden (Cephalanthero-Fagetum); tiefgründige Lehm-Braunerden (Asperulo-Fagetum); saure, basenarme Böden (Luzulo-Fagetum).

d) **Standort** (Abb. 199, 200)

Verbreitung: In den Dinariden dominiert ein 1000 km langer Buchenwald-Komplex. Die Grenze zum mitteleuropäischen Buchenwald liegt bei Tolmin-Kranj. Ein breiter Übergangsbereich mit Bucheninselbergen im Vorland besteht zum pannonischen Osten (Sava-Drava). Die Grenze

Illyrisches Buchenwaldgebiet (Fagion illyricum)

Stufe	saurer		basischer
subalpin	Vaccinio< -Mugetum / -Fagetum	Juniperetum	Rhododendro-Mugetum
		ACERI-FAGETUM	
		(Piceetum subalpinum)	
		FAGETUM SUBALPINUM	
	Sphagno-Mugetum		Alnetum viridis
hochmontan	Leucobryo-Pinetum s.		Erico-Pinetum s.
	Piceo-Pinetum		Laserpitio-Piceetum m.
		(Piceetum omorikae)	
	Blechno-	Galio- Rhamno-	Calamagrostio-
		ABIETETUM	
montan	Luzulo-	Asperulo-	Savensi-
		ABIETI-FAGETUM	
	Luzulo- >Piceetum	Dryopterido-	Enneaphyllo-
		Abieti-Fagetum	
	Spagno-Pino-Betuletum p.	Alnetum incanae	Aceri-Fraxinetum
montan	Leucobryo-Pinetum s.	Erico-Pinetum nigrae-sylv.	Orno-Pinetum n.
			S.-Ostryetum
	Castaneo- >Fagetum	Tilio-Taxetum	Seslerio- >Fagetum
	Luzulo-Querco-	(Querco-Carpinetum)	Aceri obtusati-
tiefmontan	LUZULO-	ASPERULO-	OMPHALODO-
		FAGETUM	
	Blechno-Fagetum	Carici briz.- >Alnetum gl.	Aceri- >Fraxinetum
	Pino-Betuletum p.	Carici elong.-	Carici r.

saurer ⟷ basischer; feuchter ↕ trockener

Abb. 199: Waldgesellschaftskomplex in der montanen und subalpinen Stufe des illyrischen Buchenwaldgebietes (Fagion illyricum).

zum mösischen Buchenwald liegt bei Ibar-Südmorava. An der Adriaküste beträgt die Stufenbreite 1050 m, im Landesinneren rd. 500 m. Während die untere Grenze durch zunehmende Trockenheit ansteigt, rückt die obere wärmebedingte Buchenwaldgrenze kaum höher. Von den nördlichen Dinariden (HORVAT 62) über die mittleren (TREGUBOV 41) zu den südlichen steigen die Höhengrenzen deutlich an.

	Norden	Mitte	Süden
Subalpiner Buchenwald	–1400 m	–1650 m	–2000 m
Tannen-Buchen-Wald	–1250 m	–1450 m	–1550 m
Untere Buchenwaldgrenze	350–650 m	800–950 m	850–1050 m

Höhenstufenklima in den illyrischen Dinariden (BERTOVIĆ 1970)

	Temperatur °C			Vegetationstage	Niederschlag mm	
	Jahr	Jän.	Juli		Jahr	Sommer
Submediterraner Laubmischwald Carpinetum orientalis	13,8	4,4	23,0	221	1180	176
Eichen-Steppenwaldzone Aceri-Quercion	11,1	−0,4	21,2	199	742	220
Eichen-Hainbuchenwald Querco-Carpinetum	10,5	−0,1	20,5	193	918	275
Montaner Buchenwald Fagetum, Abieti-Fagetum	7,7	−0,9	17,1	153	1970	392
Subalpiner Bergahorn-Buchenwald	4,0	−4,1	13,1	99	1843	343

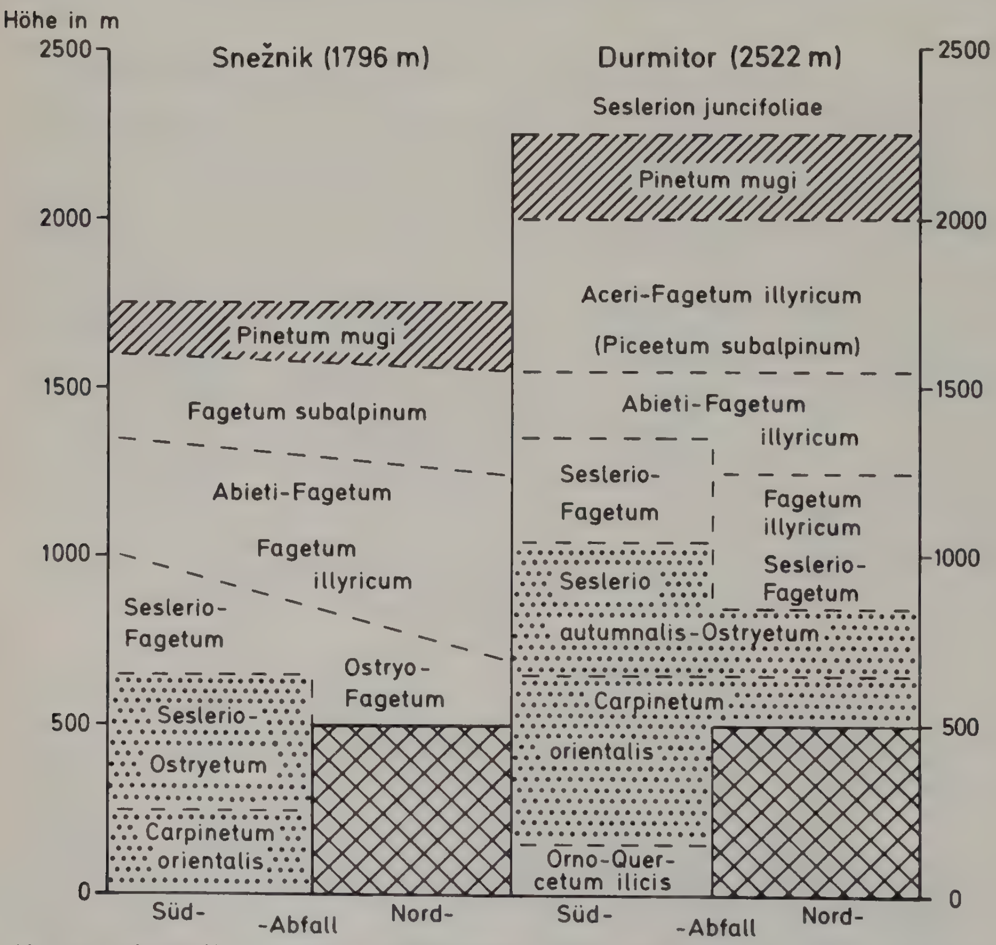


Abb. 200: Höhenprofil im illyrischen Buchenwaldgebiet, wobei in den Tieflagen nach Süden zunehmend zwischen Sonn- und Schattseiten ein deutliches Vegetationsgefälle besteht. In den nördlichen Dinariden (Snežnik) liegen die Gesellschaftsgrenzen deutlich tiefer und mesophile Bergwälder dominieren. Im südlichen Durmitor-Gebiet, mit größerer Massenerhebung, ist die subalpine Buchenwaldstufe mächtig entwickelt und die Waldgrenze liegt deutlich höher. Der subalpine Fichtenwald ist azonal. Submediterrane Laubmischwälder bauen eine mächtige Stufe auf (PUNCER-ZUPANČIČ 70, HORVAT 62, HORVAT-GLAVAČ-ELLENBERG 74).

Montanes Buchenwaldklima (Abb. 185): Kleinere Temperaturamplitude, ausreichende Niederschläge im Sommer, keine Dürrezeit trotz mediterranem Rhythmus, Schneedecke von Spätherbst bis April/Mai. Durch das milde, niederschlagsreiche (1200–2000/3000 mm), ausgeprägt ozeanisch getönte Montanklima, oft Wolkenwaldklima (Stammepiphyten), wird Buche montan auf fast allen Standorten die konkurrenzkräftigste Baumart. Ähnlich wie im Apennin treten oberhalb der Buchen-Tannenstufe noch einmal fast reine Buchenbestände auf. Trotz geringer Wuchskraft bleibt das Bestandesschlußvermögen gewahrt (GRAČANIN 63). Buche ist zudem gegen Schneeschub (Säbelwuchs) und Schneefadenpilz (Herpotrichia nigra) im Vergleich zur Fichte resistenter.

I. Zonaler submontaner bis montaner Buchenwald

(Fagion illyricum)

1. Kalk-Buchenwald

(Cardamino- bzw. Omphalodo-Fagetum, WRABER 60)

Weitgehend reine Buchenwälder stocken meist auf verkarstetem Kalk mit basenreichem Boden in der warmen Bergstufe (Ostslowenien bis Montenegro) und sind besonders reich an illyrischen Arten. Buchen-Dominanz mit Acer pseudoplatanus, Tilia platyphyllos, Ulmus glabra, Sorbus aria. Besonders reichlich Aremonia agrimonioides, Lamium orvala, Omphalodes verna, Astrantia major ssp. illyrica; ferner Galium odoratum, Lamiastrum galeobdolon, Galium sylvaticum, Carex pilosa, Scilla bifolia. KOŠIR (79) unterschied in Slowenien: Querco-Fagetum (submontan), Hacquetio-Fagetum (tiefmontan), Enneaphyllo-Fagetum (mittelmontan), Savensi-Fagetum (hochmontan), Isopyro-Fagetum, Arunco-Fagetum. Submontaner (450–650 m) Epimedium alpinum-Buchenwald: Primula acaulis, Ruscus hypoglossum, Acer obtusatum, auf Dolomit noch Hacquetia epipactis, Helleborus niger (MARINČEK-ŽUPANČIĆ 77), Lamio orvalae-Fagetum (MARINČEK 81). Das Fagetum illyricum (HORVAT 38) der unteren Berglagen umfaßt die artenreichsten Buchenwälder Europas.

Braunerde-Buchenwald (Mercuriali-Fagetum, FUKAREK 69, 70). Im Urwald Peručica tiefmontan Übergänge zum Kalkbuchenwald; Melico nutantis-Fagetum (FABIJANIĆ-FUKAREK-STEFANOVIĆ 63).

2. Bodensaurer Buchenwald

(Luzulo luzuloidis-Fagetum, MARINČEK 80)

Seltenere, azidophile Buchenwälder sind wesentlich artenreicher als analoge nördliche Einheiten. Das Luzulo-Fagetum (HORVAT 38, Luzulo-Querco-Fagetum, MARINČEK-ŽUPANČIĆ 79) ohne Charakterarten, ist in Slowenien bis Bosnien verbreitet. In der Baumschicht dominiert Fagus sylvatica, submontan begleitet von Carpinus betulus, Quercus petraea, Castanea sativa. Quercion robori-petraeae- und Vaccinio-Piceion-Arten: Veronica officinalis, Vaccinium myrtillus, Pteridium aquilinum, Polypodium vulgare, Luzula pilosa, Melampyrum pratense, Polytrichum formosum. Ausbildungen mit Festuca altissima und Calamagrostis arundinacea. Für den Südosten spezifisch (WRABER 56): festucetosum drymeiae et cardaminetosum trifoliae. Das Blechno-Fagetum (HORVAT 50) mit nur säureertragenden Arten ist die ärmste Buchenwaldgesellschaft. Unweit von Sarajewo (FABIJANIĆ-FUKAREK-STEFANOVIĆ 63) Luzulo-Fagetum myrtilletosum auf podsolierter Braunerde. Azidophile Buchenwälder reichen tiefer in die Eichen-Hainbuchenwaldzone hinein als basophile. In Bosnien (WRABER 58) und vor allem im klimamilderen Mazedonien (EM 60) tritt noch der Kastanien-Buchenwald (Luzulo-Fagetum castanetosum) auf.

II. Wärmeliebender submediterraner Buchenwald

1. Litoraler Buchenwald (Seslerio autumnalis-Fagetum)

Zwischen dem montanen Buchenwald und dem submediterranen Blaugras-Hopfenbuchenwald (Seslerio-Ostryetum) schiebt sich in Küstennähe von Istrien bis Albanien eine submontane thermophile Buchenwaldzone ein, reich an submediterranen Arten. Diese einzigartige Kombination ist nur im niederschlagsreichen Montanklima mit mediterranem Rhythmus und frostarmen Wintern möglich. Der submediterrane Buchenwaldgürtel wurde durch Schlag, Brand und Weide bis auf Reste reduziert. Die Waldverwüstung hat an der Obergrenze durch Degradierung tiefmontaner Standorte das Areal erweitert. Kennzeichnend Sesleria autumnalis- und Fagus sylvatica-Dominanz; zahlreiche wärmeliebende Arten: Fraxinus ornus, Quercus pubescens, Acer obtusatum, Ostrya carpinifolia, Cornus mas. Mit dem nordalpinen Seslerio variae-Fagetum verbinden höchstens Sorbus aria, Viburnum lantana. Viele illyrische Arten charakterisieren: Melittis melissophyllum, Hacquetia epipactis, Omphalodes verna, Euphorbia carniolica (Horvat 50, Blečić-Lakusić 70, Urwald Biogradska Gora). Nach Fukarek (70) mit Corylus colurna, Acer monspessulanum, Colutea arborescens, Pinus nigra.

2. Submediterraner azonaler Binnenland-Buchenwald

(Aceri obtusati-Fagetum moesiacae, Fukarek-Stefanović-Fabijanić 67)

Die binnenländischen, submediterranen Buchendauergesellschaften (Plitvicer Seen) erinnern viel stärker an dealpine Blaugras-Buchenwälder Mitteleuropas. Sie besiedeln immer im Kontakt mit dem Hopfenbuchen-Flaumeichenwald steile, sonnexponierte Hänge mit skelettreichen Rendzinen. An extremen Felsstandorten sind die Blaugras-Buchenwälder zweifellos natürlich (Bosnien); heutiges Areal durch Nutzung ausgedehnter (Sarajevo); ersatzweise Rasengesellschaften (Xerobrometum, Seslerietum juncifoliae). Die thermophile Einheit mit Sorbus umbellata, Fraxinus ornus, Carpinus orientalis kennzeichnen Helleborus odorus, Mercurialis ovata, Asplenium adiantum-nigrum, Daphne blagayana, Corylus colurna.

III. (Hoch-)Montaner Buchen-Tannenwald

(Abieti-Fagetum sylvaticae illyricum)

1. Basenreicher Buchen-Tannenwald (Abb. 201, 202)

Beim Buchen-Tannenwald treten auf Rendzinen und verbraunten Lehmen keine wesentlichen Unterschiede in der Artenzusammensetzung auf. In Karstgebieten wechseln flach- und tiefgründige Stellen oft auf kleinstem Raume, damit Wasser- und Nährstoffhaushalt und als Folge davon die Wuchsleistung, so daß die Höhenbonität zwischen der besten und geringsten bei benachbarten Bäumen schwanken kann. Vom höher gelegenen dinarischen Fichten-Tannen-Buchenwald existieren belangvolle Urwaldflächen (Leibundgut 59). **B.:** Fagus sylvatica (im Süden F. moesiaca beigemischt), Abies alba, Acer pseudoplatanus, Picea abies lokal bis regional, in tieferen Lagen fehlend. Trennarten zum tiefmontanen Buchenwald: Rhamnus alpinus ssp. fallax, Galium rotundifolium, Lonicera nigra, Veronica urticifolia, Hordelymus europaeus, Polygonatum verticillatum, Adenostyles alliariae. Hochmontanes Dryopterido-Abieti-Fagetum: (1200–1600 m) mit Buchenwaldarten (Dryopteris filix-mas, Senecio nemorensis) begleitet von reichlich azidophilen Nadelwaldarten (Luzula sylvatica, Vaccinium myrtillus, Galium rotundifolium). Slowenien: Wraber 64, Tregubov 62, Košir 62, Bosnien: Treguvob 41, Fukarek 58, Ritter-Studnička 70, Montenegro: Blečić 58, Albanien: Markgraf 32, Makedonien: Em 61.

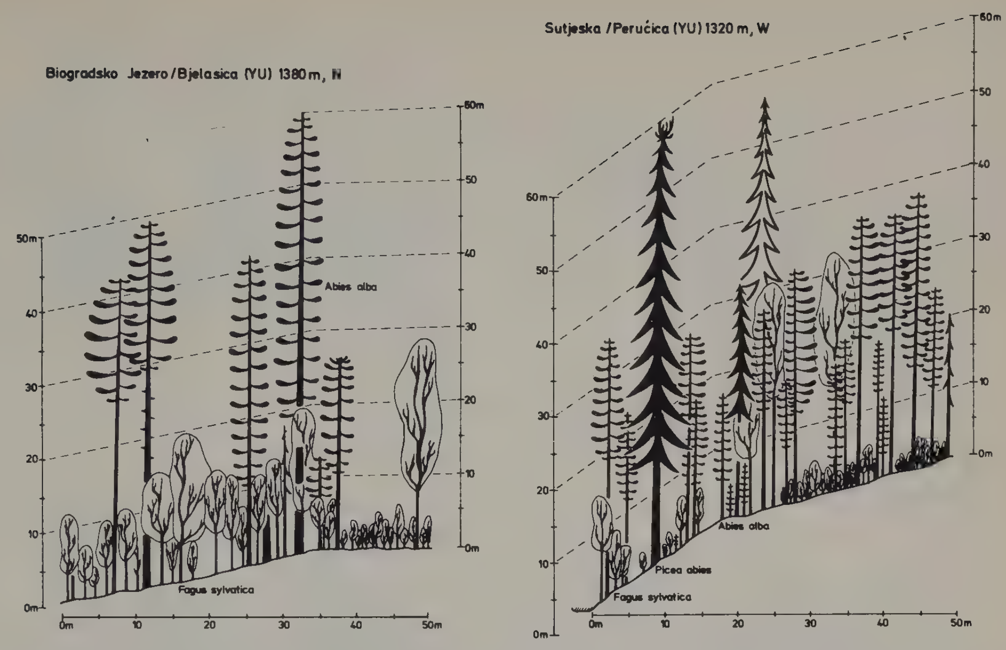


Abb. 201: Außergewöhnliche Wuchsleistungen in zwei jugoslawischen Nationalparks (MAYER 79): 60 m hohe Tanne in Biogradsko Gora und 60 m hohe Fichte in Peručica. Der höchste Baum Europas mit 63 m steht ebenfalls dort (LEIBUNDGUT 76, 82).

2. Bodensaurer Buchen-Fichten-Tannenwald (Galio-Abietetum, WRABER 58, nicht OBERDORFER 57; Luzulo-Abieti-Fagetum myrtilletosum, Abb. 202)

Auf saurer Silikat-Unterlage kommt die artenarme, oft fichtenreiche zonale Gesellschaft recht häufig vor. In Westslowenien (WRABER 58), Bosnien (STEFANOVIĆ-POPOVIĆ 61) und in Serbien dominieren Tanne und Buche (Bergahorn), während Fichte fehlt oder keine wesentliche Rolle spielt. CA.: Vaccinium myrtillus, Luzula luzulina, Melampyrum sylvaticum, Galium rotundifolium, Luzula luzuloides, L. sylvatica. Ausbildungen mit Epimedium alpinum auf lehmüberlagerten Kalken in Slowenien (MARINČEK 79). Im Urwald Kočevsky Rog stockt auf entkalkter Lehmauflage die sehr wüchsige (27–30 m) Thelypteris limbosperma-Blechnum spicant-Einheit (ACCETTO 78, PUNCER-ŽUPANČIĆ 70).

3. Subalpiner Ahorn-Buchenwald (Aceri-Fagetum dinaricum, WRABER 60)

Im subalpinen Legbuchenwald (1500–1800 m) bilden durch Schneeschub säbelwüchsige Buchen (F. moesiaca), Bergahorn (Acer heldreichii-/visianii; Peručica, FUKAREK 70) und Ebereschen die geringwüchsige Baumschicht (Abb. 202). Nadelbäume gedeihen nur kümmerlich. Kennzeichnend subalpine Hochstauden, die an der Waldgrenze eigene Gesellschaften bilden: Cicerbita alpina, Ranunculus platanifolius, Chaerophyllum aureum, Rumex arifolius, Aconitum vulparia. Die dinarischen Bergahorn-Buchenwälder sind artenreicher als alpine (WRABER 69). Im Urwald Biogradska Gora (BLEČIĆ-LAKUŠIĆ 70) differenzieren: Geranium reflexum, Scrophularia scopolii, Galanthus nivalis. Flachgeneigte Hänge, schneereiche Mulden, auch Bergrücken im Karstgebiet mit bewegtem Kleinrelief werden besiedelt. Die klimazonale Einheit kann kleinflächig durch extreme, schneereiche Standorte (Dolinen, Schluchten) Dauergesellschaftscharakter annehmen (ŽUPANČIĆ 67).

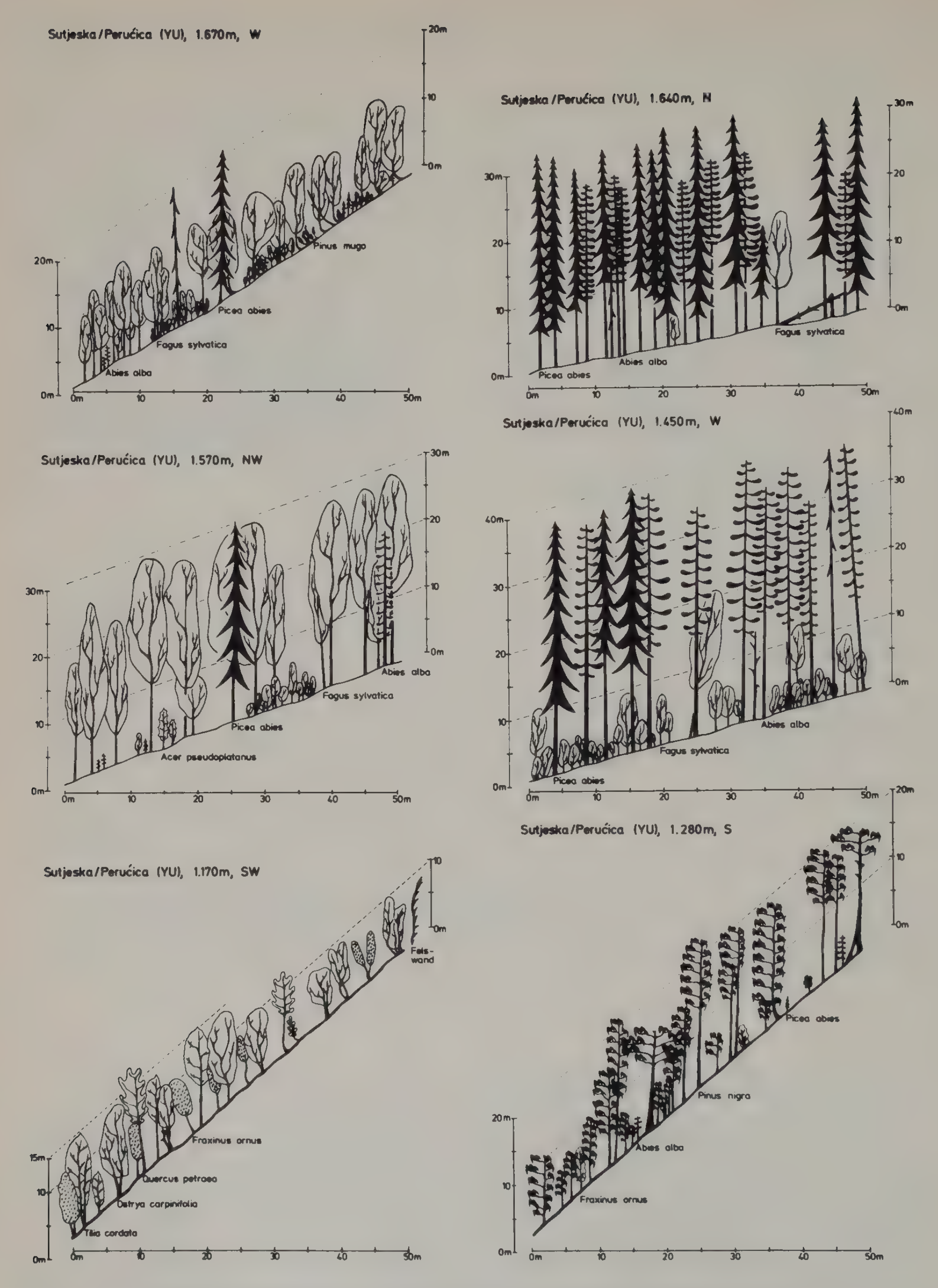


Abb. 202: Waldgesellschaftskomplex im Urwald Peručica, Nationalpark Sutjeska (FUKAREK 70). Azonales lindenreiches Orno-Ostryetum (1170 m). Laserpitio sileris-Pinetum nigrae (1280 m). Abietetum mit Festuca altissima, Fagus-Variante (1450 m). Hochstauden-Bergahorn-Buchenwald (1570 m). Subalpiner Vaccinium myrtillus-Buchenwald (1670 m). Windkanten-Piceetum subalpinum im Übergang zum Homogyno-Abietetum (1640 m); vgl. LEIBUNDGUT 82.

4. Subalpiner Kalk-Buchenwald

(Asyneumo trichocalycini-Fagetum moesiacae, Blečić-Lakušić 70)

Auf Kalksteinbraunlehmböden und sauren Humussilikatböden stockt die subalpine (1500–1800 m) Einheit auf steilen, schneearmen Rücken und Oberhängen mit Kontakt zum Aceri-Fagetum in Mulden; Adoxa moschatellina. Heidelbeer-Buchenwald (Vaccinio-Fagetum subalpinum, Abb. 209) auf seichtgründigen Verlustlagen (1500–1800 m); reine, geringwüchsige (10–15 m) Buchenwälder. CA.: Vaccinium vitis-idaea, Luzula sylvatica, Hieracium sylvaticum, Homogyne alpina, ferner Prenanthes purpurea, Festuca altissima, Aposeris foetida; Melaphyr-Ausbildung (Fukarek 60).

IV. Azonaler Laubmischwald im Buchenwaldgebiet

1. Eschen-Ahorn-Schluchtwald

(Aceri-Fraxinetum illyricum)

Sonderstandorte, wie schattige, schneereiche Mulden und felsige Schluchten besiedelt der Edellaubbaummischwald; hochmontan noch Tanne und viele Hochstauden; Fukarek-Stefanović (58), bosnischer Perućica-Urwald. Charakteristische Vielfalt von sehr wüchsigen Edellaubbäumen: Ulmus glabra, Fraxinus excelsior, Acer pseudoplatanus, A. heldreichii; Fagus sylvatica (moesiaca) wird überwachsen. Spezifisch Stauden: Lunaria rediviva, Phyllitis scolopendrium und die in Mitteleuropa fehlende Telekia speciosa. Doch überwiegen Buchenwaldarten. Auch in Makedonien (Em 62) treten ähnliche für das südosteuropäische Buchenwaldgebiet charakteristische Schluchtwälder auf. Montenegrinische Ausbildung im Urwald Biogradska Gora mit Aconitum bosniacum, Asperula taurina (Blečić-Lakušić 70).

2. Hopfenbuchen-Steilhangwald

(Ostryo-Fagetum)

Submontane steile, sonnseitige Kalkhänge sind für die Buche zu trocken. Ostrya verträgt mehr Trockenheit und regeneriert nach Dürreschäden leichter, auch bei Niederwaldbetrieb. Der Unterwuchs erinnert an den submediterranen Buchenwald. Colurno-Ostryetum carpinifoliae in Montenegro (Blečić 58) im Kupatal ein Seslerio-Ostryetum (Glavač 58); Slowenien (Marinček-Puncer-Zupančić 1980).

3. Linden-Eiben-Steilhangwald

(Tilio platyphylli-Taxetum, Glavač 58)

Die Eibe tritt submontan bis montan reichlich in lückigen, buchenreichen Beständen auf. Das Tilio-Taxetum besiedelt in Nordwestkroatien zwischen 400–800 m auf ziemlich steilen Mergel- und Kalkfelshängen flachgründige Rendzinen. Die urtümlichen Felswälder sind artenreicher als mitteleuropäische durch illyrische Elemente und Flaumeichenwald-Arten. Die Konzentration auf Steilhänge ist konkurrenzbedingt; auch geringerer Verbiß durch Rehe. Schattseitige Bestände sind häufiger durch größere Resistenz gegen Kahlschlag. Spezifisch: Taxus baccata, Fagus sylvatica, Fraxinus ornus, Sorbus aria, Tilia platyphyllos, Cyclamen purpurascens, Galium lucidum, Mercurialis perennis, Primula vulgaris, Euonymus latifolia, Polypodium vulgare, Ctenidium molluscum, Neckera crispa.

V. Azonaler Fichten-Tannenwald

1. Karst-Blockhalden-Tannenwald (Calamagrostio arundinaceae-Abietetum, Horvat 59)

Die azonale Dauergesellschaft besiedelt im Karstgebiet hochmontan-subalpine Bergsturzstandorte und steilere Grobblockböden (Moder- bis Tangelhumusrendzinen), die Pionierbaumarten (Tanne, Fichte) begünstigen. Unter den Moos- und Zwergstrauchdecken erreichen die Nadelbäume die sich langsam durch Humus auffüllenden Spalten. In fortgeschrittenen geschlossenen Phasen werden die Auflagedecken mineralisiert, so daß dann die Wurzelgeflechte freiliegen. Buche kommt verjüngungsökologisch erst bei fortgeschrittener Boden- und Vegetationsentwicklung (Mull bis Moder) im Schirm von Tanne und Fichte auf, wobei Mulden durch lange Schneelage und hohlraumreiche Blockkaltluft für die Buche ausscheiden. Eibe vereinzelt auf Blöcken. Kennzeichnend Juniperus communis ssp. nana und Dominanz von Calamagrostis arundinacea et varia. Typisches Vegetations- und Standortsmosaik mit Nadelwaldarten (Vaccinium myrtillus, Huperzia selago), azidophilen Moosen (Dicranum scoparium, Rhytidiadelphus triquetrus) artenreicher Kalkflora (Daphne mezereum, Cyclamen purpurascens) und speziell Kalkfelspioniere (Asplenium viride, Ctenidium molluscum, Neckera crispa. Nachhaltig frischere Felsspalten besiedeln Valeriana tripteris, Cardamine trifolia, Homogyne sylvestris, ferner Cirsium erisithales, Clematis alpina. Die grobblockigen Steilhalden hemmen die Entwicklung der Buche, während Fichte und Tanne gegen Schneeschub geschützt weniger durch Herpotrichia nigra gefährdet sind. Ausbildung tiefmontan mit Tilia cordata und thermophilen Arten, subalpin mit Picea abies und Rohhumuszeiger, Goodyera repens; Slowenien (Tregubov 57).

Subalpiner Blockhalden-Fichtenwald (Calamagrostio-Piceetum dinaricum, Bertović 71). Nur auf Sonderstandorten (Spätfrostkessel, Blockhalden) bildet die Fichte (Tanne zurücktretend) natürliche Reinbestände in der subalpinen Stufe, fragmentarisch subalpiner Fichtenwald im mösischen Übergangsgebiet (Abb. 203).

2. Kreuzdorn-Tannenwald (Rhamno-fallacis-Abietetum, Fukarek 58)

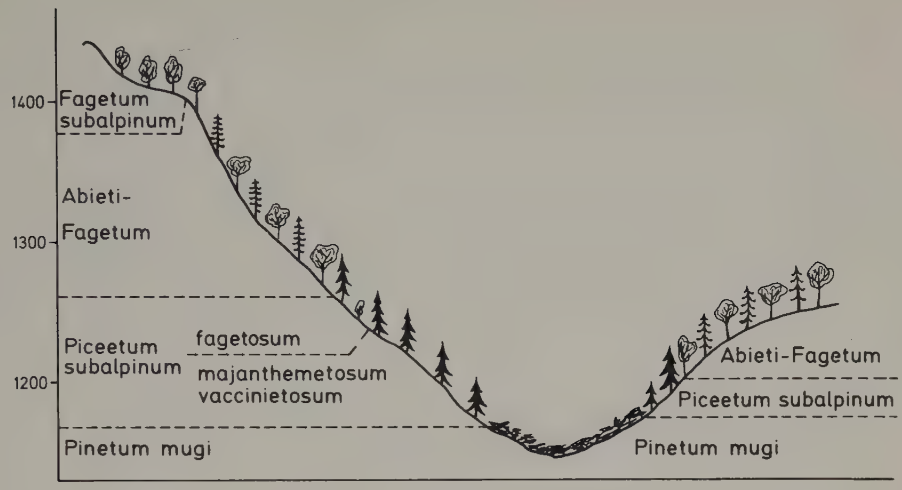
In der Herzegovina und in Westbosnien ist die Karst-Dauergesellschaft (1000–1500 m) mit reinen Tannenbeständen (15–30 m; Fagus moesiaca) besonders typisch ausgebildet. **CA.:** Sorbus umbellata, Lonicera alpigena, Saxifraga rotundifolia, Valeriana tripteris. Durch den aufgelockerten Bestandesschluß dringen wärmeliebende, submediterrane Flaumeichenwaldelemente ein (Corylus colurna, Sedum boloniense, Kentranthus ruber, Doronicum columnae. Tilia platyphyllos-Ausbildung mit Melica ciliata, hochmontan (1370–1620 m) mit Picea abies (Vaccinium myrtillus, Laserpitium marginatum).

3. Azonaler Karbonat-Fichtenwald der Karstdolinen und Kaltlufttäler im Buchenwaldgebiet (Vaccinio-Piceion illyricum)

In großen trichter- und talförmigen Dolinen bildet sich bei klarem Strahlungswetter ein Kaltluftsee mit extremer täglicher Temperaturschwankung. Die Buche ist den Spätfrösten im Frühling, der sommerlichen Trockenheit, den Frühfrösten und den winterlichen Tieftemperaturen nicht gewachsen, auf den teilweise vergleyten Lehmböden des Dolinengrundes auch edaphisch nicht konkurrenzfähig. Durch dieses Karstphänomen mit begrenzter Höhenstufenumkehr entstehen typische Fichtenwälder im Abieti-Fagetum-Gebiet (Župančić 80, Abb. 203).

Abb. 203: Frostdoline Smrekova draga im slowenischen Hochkarstplateau Trnovski gozd mit typischer Höhenstufenumkehr; subalpiner Fichtenwald im Dolinengrund und buchenreiche Gesellschaften an den Dolinen-Oberhängen. Die Temperaturmessungen belegen einen differenzierten, durch den Kaltluftsee bewirkten Lokalstandort (nach Župančić 80).

Frostdoline Smrekova draga/Trnovski gozd (ZUPANČIĆ 1980)



°C

Lufttemperatursummen über 10° C

25 000
20 000
15 000
10 000
5 000

Abieti-Fagetum

Luzulo-Piceetum fagetosum

Luzulo-Piceetum majanthemetosum

Mai | Juni | Juli | August | September | Oktober

a) **Frostkessel-Fichtenwald** (Piceetum subalpinum, Wraber 60)

Auf anstehendem Kalk (Dolomit) mit verbraunter Tangelhumus-Rendzina (1060–1360 m) ist durch hohe Schneelage die Bodentemperaturinversion stärker als die Lufttemperaturinversion (nur bei Hochdrucklagen) ausgeprägt. Aufgelockerte Baumschicht mit langkroniger und flechtiger Fichte (20–25 m). **CA.:** Lycopodium annotinum, Listera cordata, Moneses uniflora, Luzula luzulina, Lonicera nigra, Ptilium crista-castrensis. Dominanz von Vaccinium myrtillus und Luzula sylvatica. Illyrische Kennarten: Knautia drymeia, Hacquetia epipactis, Omphalodes verna; Eurhynchium zetterstedtii (sarmatisch). Extremes Lokalklima in der Kessellage durch häufige Spät- und Frühfröste, Kaltluftzufuhr, Nebelreichtum und große Luftfeuchtigkeit. Subassoziationen belegen die kleinklimatische Zonierung mit Adenostyles alliariae und Doronicum austriacum auf dem frischen Karsttrichterboden, mit Vaccinium vitis-idaea auf bewegtem Kleinrelief und am unteren Karsttrichterrand, mit Drepanocladus uncinatus auf Felsblockhalden, mit Fagus sylvatica an der obersten Grenzzone des Kaltluftsees. Auf dem Dolinengrund vielfach Sphagno-Pinetum mugi ohne Fichte.

b) **Subalpiner Krüppelfichtenwald in Frostdolinen auf Kaltluft-Blockhalden**
(Piceetum subalpinum, Horvat 50, Zupančić 80)

Für auffallend krüppelige, lückige Fichtenbestände an blockreichen Dolinenhängen von Kaltluftkesseln ist neben häufigen Strahlungsfrösten der ständige Bodenkaltlufteinfluß aus den Blockhalden standortsentscheidend; sog. «Eiskeller» (Richard 61) an steilen, schattseitigen Grobblock-Schutthalden. Bodenlufttemperaturen steigen selten höher als einige Grade über Null. Da der Schnee oft bis in den Hochsommer hinein nicht abtaut, herrschen kleinräumig alpine Klimaverhältnisse; z. B. Velebit, Risnjak. Die meist kümmernden, besonders langsamwüchsigen Fichten (5–10/15 m) sind voll von Bartflechten und vermehren sich häufig vegetativ durch Zweigableger (Zlatarić 48). Ähnlicher Aufbau wie montane Karstdolinen-Fichtenwälder; Vaccinium myrtillus, Lycopodium annotinum, Luzula luzulina; aber reichlich Moose: Rhytidiadelphus loreus, Plagiothecium undulatum, Hylocomium umbratum, Sphagnum-Polster, Peltigera aphthosa.

c) **Azonaler montaner Fichtenwald** (Luzulo-Piceetum montanum, Župančić 80)

In langen und kleineren Dolinen sowie in tiefen Tälern (800–1200 m) ist der Kaltluftsee nur bei Hochdrucklage im Frühjahr und Herbst ausgeprägter, so daß die lockeren, gestuften Fichtenbestände (20–28 m) keinen ausgesprochenen subalpinen Charakter besitzen. Auf den degradierten Kalksteinbraunlehmböden treten Fichtenarten zurück (Lonicera nigra, Lycopodium annotinum). Säurezeiger: Luzula pilosa, L. luzuloides. Montaner Vegetationscharakter durch Carex pilosa, Veronica urticifolia; Astrantia carniolica, Homogyne sylvestris, Cardamine trifolia. In Kessellage: Lycopodium annotinum (Grund), Sphagnum (Feuchtigkeitsstau), Adenostyles alliariae (unterhangfeucht). Mit zunehmender Frostabschwächung kommt Fagus auf.

VI. Azonaler bodensaurer Fichtenwald (Vaccinio-Piceion)

1. Dolomit-Fichtenwald (Piceetum dolomiticum, Horvat 58)

In Kroatien (Plitvička Jezera) und Bosnien besiedelt die azonale Fichtengesellschaft (gelegentlich Tanne) kühlere und feuchtere Schatthänge (700–1300 m) auf Dolomit-Serpentin im Buchenwaldgebiet. Fichte und Piceetalia-Arten sind an Rohhumus-(Tangelhumus-)Standorte gebunden, Fichtenarten treten zurück (Luzula luzulina, Orthilia secunda). Säurezeiger reichlicher: Pteridium aquilinum, Veronica officinalis, Melampyrum pratense. Trotz des Überwiegens der Rohhumuszei-

ger weisen viele Arten noch auf den trockeneren Karbonat-Unterboden hin. **CA.:** Primula vulgaris, Viola hirta et riviniana, Helleborus niger ssp. macranthus und multifidus, Knautia intermedia.

2. Stark bodensaurer Rippenfarn-Fichten-Tannenwald (Blechno-Abietetum, Horvat 50)

Im Kontakt zum montanen Buchenwald kommen auf sehr kalkarmen Unterlagen (Werfener Sandstein) und kristallinen Gesteinen mit stark podsoligen Braunerden bis Podsolen, tief- bis mittelmontan tannenreiche und hochmontan fichtenreiche, besonders wuchskräftige 40–50 m hohe Fichten-Tannenwälder vor (bis 1000 Vfm); Buche im Nebenbestand. Fichtenwaldähnliches Artengefüge ohne anspruchsvolle Sträucher und Kräuter, Rohhumusbewohner hervortretend: Blechnum spicant, Thelypteris limbosperma, Dryopteris dilatata, Vaccinium myrtillus, ferner Goodyera repens, Rhytidiadelphus loreus. Horvat (50) unterscheidet eine tannenreiche (Galium rotundifolium) und eine moos- und fichtenreiche (Hylocomium) Subassoziation; in naturnahen Beständen alle Übergänge zwischen basenreichen Tannenwäldern und bodensauren Fichtenwäldern. Stefanović (69) beschreibt das Lycopodio-Piceetum montanum mit Calluna (kaum Laubwaldbegleiter) aus Bosnien (1000–1200 m) auf Podsol (Werfener Quarzsandstein); Abieti-Piceetum silicicolum (Stefanović 64, Abb. 204).

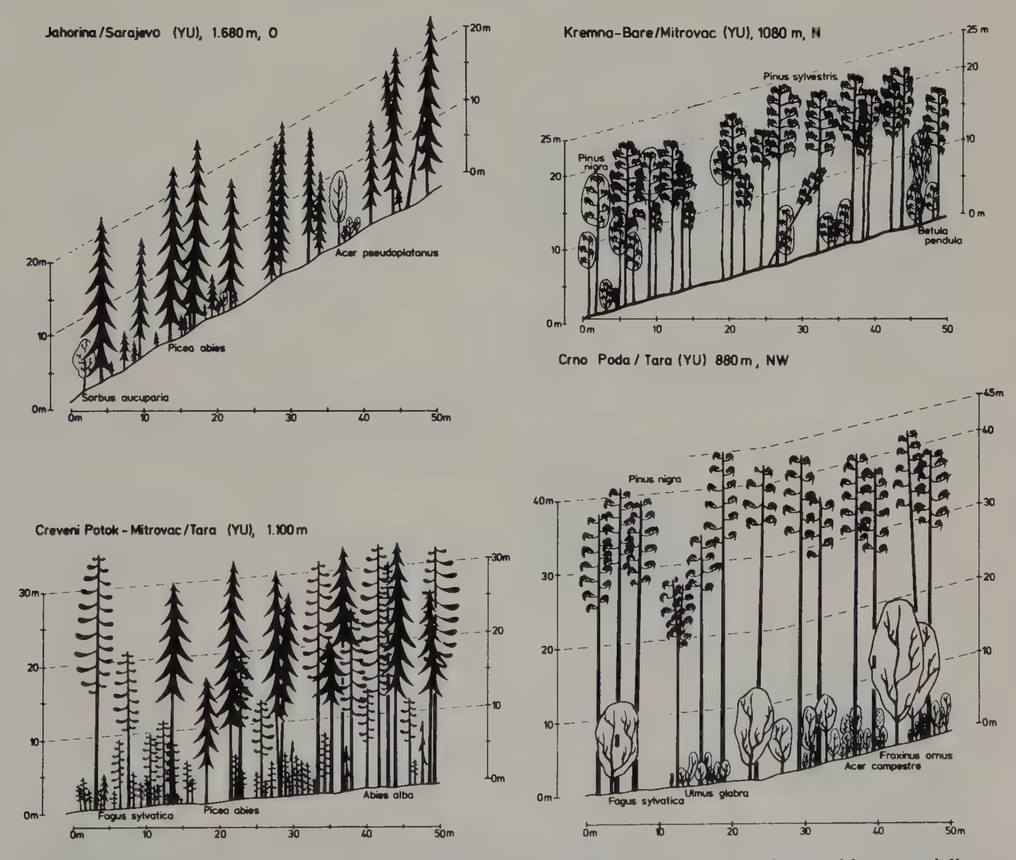


Abb. 204: Nadelwälder im illyrischen Buchenwaldgebiet. Subalpiner Karbonat-Fichtenwald mit Heidelbeere, Jahorina. Heidelbeer-Fichten-Tannenwald (Mitrovac, unten links). Wuchsoptimaler Schwarzkiefernwald an der Buchenwaldgrenze, Tara. Serpentin-Schneeheide-Waldkiefernwald, Kremna.

3. Torfmoos-Fichtenwald (Sphagno-Piceetum montanum, STEFANOVIĆ 64)

Selten sind montane bis hochmontane azidophile Torfmoos-Fichtenwälder auf Werfener Sandstein oder Tonschiefer mit sauren Pseudogley-Böden. Tanne und Kiefer setzen sich gegenüber Fichte gelegentlich durch. Den Sumpfwald kennzeichnen zahlreiche Nässezeiger: Agrostis canina, A. stolonifera, Deschampsia cespitosa, Carex stellulata, Ranunculus ophioglossifolius, Lysimachia nummularia. Bemerkenswert ist die in Illyrien sonst seltene Molinia caerulea, Pseudogley-Fichtenwald bei Sarajevo zwischen 970 und 1100 m; STEFANOVIĆ-POPOVIĆ (61).

VII. Intrazonaler Omorika-Fichten-Reliktwald

(Piceetum omorikae, Abb. 205)

Das endemische Tertiär-Relikt war nach Pollen-Untersuchungen (GIGOV 56) nacheiszeitlich in Serbien weiter als heute verbreitet. Der konkurrenzschwache Nadelbaum wird durch starke Tannen- und Buchenkonkurrenz auf extremere Refugial-Standorte abgedrängt: steile Schuttfluren, Steinschlag-Steilhänge, anmoorige Standorte. Von 55 Fundorten (FUKAREK 50) existieren heute nur noch 32 in Bosnien (Serbien), davon nur noch 8 größere Bestände. Zwischen 800–1600 m siedelt der Kalkfelsbewohner in aufgelockerten Steilhang-Dauergesellschaften meist

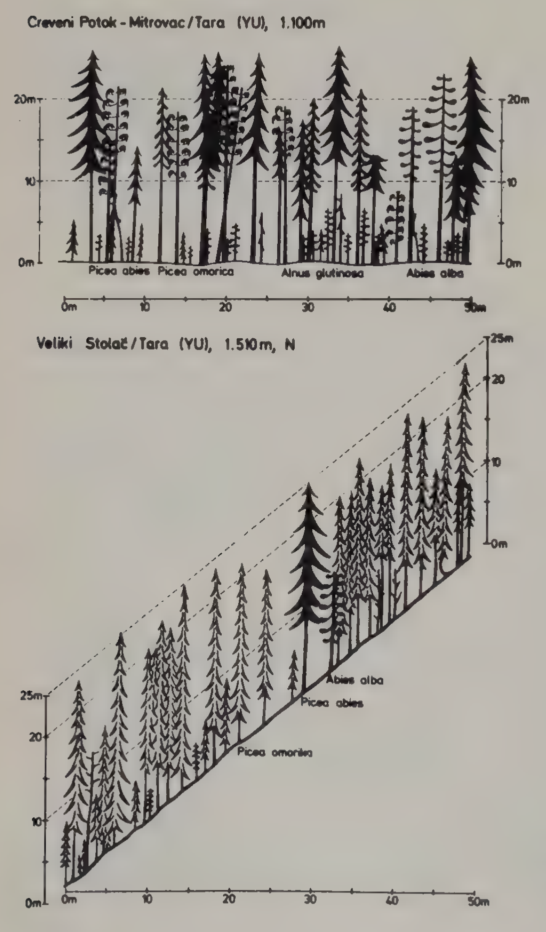


Abb. 205: Picea omorika-Wälder. Großflächiger Steilhangbestand am Veliki Stolač-Gipfel. Kleinflächiger Schwarzerlen-Bruchwald mit Omorika-Fichte und Fichte.

in Mischung mit Weißkiefer, Schwarzkiefer, Fichte, Buche, Bergahorn; besonders truppweises Vorkommen an schluchtartigen Stellen. Die überwiegend geringwüchsigen Bestände stocken auf Triaskalk (Serpentin) mit geringentwickelten Hangschuttböden, wobei die Omorika-Fichte ein Kalkgeröll-Pionier ist (16–34 m^2, 132–315 fm). Die Omorika-Fichte mit spindelförmiger Krone erreicht 15–25/40 m Höhe und bildet nur am Gipfel des Veliki Stolač (1000–1500 m) einen größeren Reinbestand (Pančić-Nationalpark); reichliche Kadaververjüngung. Auf Brandflächen (1947) verjüngte sie sich sehr gut, vergleichbar Pinus sylvestris.

Im Drina-Tal (Tregubov 41) auf Kalk folgende Vergesellschaftung: **B.**: Picea omorika, Picea abies, Pinus nigra (sylvestris), Betula pendula, Fagus sylvatica, Ostrya carpinifolia, Rosa pendulina; **K.**: Piceetalia-Arten: Vaccinium myrtillus, Luzula sylvatica, Hylocomium splendens; ferner Laubwaldarten: Hieracium transsylvanicum, Euphorbia amygdaloides, Lathyrus vernus. Systematisch steht die Kalkausbildung dem Erico-Pinion nahe, wobei Calamagrostis varia, Erica carnea regelmäßig auftreten, ferner Daphne blagayana, Succisa pratensis. Durch das Artengefüge bestehen Anklänge an südostalpine, speziell illyrische Reliktföhrenwälder. Bei Mitrovac stockt auf einem nassen Bruchmoorstandort eine schwarzerlenreiche Picea omorika-Gesellschaft mit Tanne und Esche (Carex remota), Piceo omorikae-Alnetum glutinosae (Colić-Gigov 58).

VIII. Azonaler Serpentin- und Dolomit-Föhrenwald

In Südosteuropa kommen Pinus-Wälder natürlich nur bei extremem Boden- und Kleinklima vor. Auf durchschnittlichen Standorten dominiert Pinus nur anthropogen bedingt. Während die bodensauren Föhrenwälder die letzten Vorposten des nordosteuropäischen Zentrums gegen das Mediterrangebiet bilden, haben dagegen die Erica-Föhrenwälder in Illyrien das Mannigfaltigkeitszentrum und sind viel artenreicher als in den Alpen.

1. Serpentin-Schneeheide-Schwarzföhrenwald (Orno-Ericion serpentinicum, Horvat 56, Ritter-Studnička 70, Orno-Pinetum nigrae)

Aus schwer verwitterndem Serpentingestein (Bosnien und Westserbien 1300 km^2) bilden sich flachgründige, leicht austrocknende, nährstoff- und kalkarme Rohhumus-Silikatböden. Die wärmeliebenden, geringwüchsigen und aufgelockerten Serpentin-Föhrenwälder kennzeichnen serpentinstete Arten (Horvat 59); Asplenium cuneifolium ssp. serpentini, Campanula cervicaria, Crocus veluchensis, Stachys scardica. Erico-Pinion-Kennarten mit großer Stetigkeit: Daphne blagayana, Aquilegia vulgaris, Erica carnea, Galium lucidum und Laserpitium krapfii, Cytisus heuffeli. Begleiter: Pteridium aquilinum, Symphytum tuberosum, Erythronium dens-canis (Abb. 209).

2. Serpentinfarn-Schwarzföhrenwald (Pinetum sylvestris-nigrae dinaricum, Pavlović 51, Abb. 204)

An submontanen bis montanen Skelett-Steilhängen dominiert Pinus nigra, P. sylvestris weniger vital, etwas Quercus petraea und Fraxinus ornus in der Strauchschicht. Serpentin- und Charakterarten reichlich: Asplenium cuneifolium, Erica carnea, Galium lucidum, Campanula cervicaria. Drei geographische Varianten: bosniacum, serbicum, albanicum. Ausbildung mit Sesleria latifolia besonders reich an Serpentinpflanzen: Euphorbia epithymoides, Scabiosa leucophylla, Pulmonaria mollissima. Festuca rupicola kennzeichnet stark trockene Südhänge mit Steppenrasen-Unterwuchs.

Seslerio rigidae-Pinetum nigrae lathyretosum pannonici (Em 62). Im Kozuf-Gebirge (700–1700 m) auf Serpentin- und Gabbro-Unterlage bei montanem-kühlfeuchtem Klima kaum noch Serpentinpflanzen und Flaumeichenwaldelemente. Seslerio rigidae-Pinetum nigrae (Ritter-Studnička 70). **Serpentin-Eichenwald** (Campanulo cervicariae-Quercetum, Horvat 59). Schüt-

tere geringwüchsigere Eichenwälder mit ähnlichem Artengefüge wie der Serpentin-Schwarzkiefernwald; Erica carnea, Daphne blagayana, Trifolium alpestre, Potentilla alba; vgl. mösische Zone.

3. Schneeheide-Schwarzföhren-Traubeneichenwald
(Erico-Quercetum petraeae, HORVAT 59, RITTER-STUDNIČKA 70, Abb. 204)

Die wüchsigere Einheit besiedelt flachgründige, talnahe Bergsporne auf tiefgründigen, schwach sauren Moderböden. Säurezeiger (Calluna vulgaris, Vaccinium myrtillus, Potentilla erecta, Melampytrum pratense), dem Orno-Ericion sonst fehlend weisen auf die randliche Stellung hin. Erica carnea sowie die meisten Serpentinpflanzen ertragen sauren Boden. Der natürliche Pinus nigra-Anteil dürfte hoch sein. Teilweise sekundäre Entwicklung mit Potentilla alba, Epimedium alpinum, Dianthus croaticus auf Tannen-Buchenwald-Standorten.

4. Wärmeliebende Dolomit-Föhrenwälder (Orno-Ericion dolomiticum, HORVAT 59)

Azonale, weniger standortsextreme Dolomit-Föhrenwälder mit noch einigen Serpentin-Föhrenwaldarten, sind reicher an Baumarten und Sträuchern. Pinus sylvestris et nigra dominieren auf dem trockeneren und nährstoffärmeren Standort. Kennzeichnend auch Laubwald- und Gebüschsaumarten, Hepatica nobilis, Epipactis atrorubens, Carex alba, Cyclamen purpurascens, Geranium sanguineum, Buphthalmum salicifolium. Daneben viele lichtliebende, submediterrane Rasenarten: Carex humilis, Anthericum ramosum, Teucrium chamaedrys, Helianthemum nummularium ssp. obscurum. In Westillyrien besiedelt das **Genisto januensis-Pinetum** (RITTER-STUDNIČKA 63) steile bis felsige, leicht austrocknende Sonnenhänge (300–800 m) mit Pinus nigra in wärmeren und Pinus sylvestris in oberen Lagen (Fichte). **CA.:** Crepis incarnata. Das **Helleboro-Pinetum nigrae** (HORVAT 58) bestockt in Kroatien nicht so trockene SW-Hänge mit Dolomit-Kalk-Rendzinen; Schwarzkiefer steigt bis 850 m. Um 1000 m schattseitig Übergang zum Dolomit-Fichtenwald mit Ostrya carpinifolia.

5. Schneeheide-Kiefernwald (Erico-Pinetum dinaricum)

Zwischen 1000–1500 m kommt auf skelettreicher Dolomit-Moder-Rendzina die Einheit in kühlerem Montanklima vor. Acidophyten: Vaccinium myrtillus, Orthilia secunda, Luzula sylvatica. Weitere Dolomit-Föhrenwälder (RITTER-STUDNIČKA 70): Daphno cneori-Pinetum, Cephalario flavae-Pinetum, Orchido zlatari-Pinetum, Erico manipuliflori-Pinetum.

IX. Kalk-Föhrenwald

1. Kalk-Föhrenwald (Pinetum illyricum calcicolum, STEFANOVIĆ 60)

Auch auf wuchsgünstigeren Kalkböden (Trachyt, Andesit) ist in Ostbosnien auf sonnseitigen Steilhängen die Buche nicht wettbewerbsfähig. **B.:** Pinus sylvestris, P. nigra (selten), Ostrya carpinifolia (Picea abies im Nebenbestand). **CA.:** Chamaecytisus hirsutus, Rubus saxatilis, Trifolium alpestre, Teucrium chamaedrys. Durch die Nähe zu thermophilen Buchenwäldern erklärt sich die eigenartige Mischung von Fagetalia-, Quercetalia pubescentis- und Vaccinio-Piceetalia-Kennarten; Erico-Pinion-Arten nur ausnahmsweise. Die Subassoziationen staffeln sich nach der Höhe: ostryetosum (950–1280 m), seslerietosum (1200–1400 m) und arctostaphyletosum (1400–1500 m).

Laserkraut-Schwarzkiefernwald (Laserpitio sileris-Pinetum nigrae). An südseitigen Kalk-Felsabbrüchen des Urwaldes Perućica, an Erico-Pinion-Arten verarmt: Amelanchier ovalis, Cotoneaster tomentosa, Spiraea chamaedryfolia, Arctostaphylos uva-ursi (Fukarek 70). Vom Pinetum sylvestris dinaricum herbosum (Stefanović 58) mit Vaccinium myrtillus sind nur ausgeprägte Steilhangstandorte natürlich. Makedonischer Wald- und Schwarzkiefernföhrenwald (Em 62) auf Trachyt und Andesit mit Potentilla micrantha, Ferulago sylvatica, Physospermum cornubiense, Trifolium medium ssp. balcanicum.

2. Fichten-Kiefernwald (Piceo-Pinetum sylvestris illyricum, Stefanovič 60)

Auf gering geneigten Südlagen (1050–1350 m) können selbst flachgründige Kalk-Rendzinen von Buche besiedelt werden. Die anthropogen entstandenen, meist siedlungsnahen Fichten-Kiefernbestände stellen vorübergehende, nach Waldbränden aufgekommene und z.T. durch Beweidung erhaltene Föhren-Pionierbestände dar. Dafür sprechen auch die Sukzessionsphasen: juniperosum (wacholderreich, beweidet), tremulo-betulosum (Zitterpappel und Birke als weitere Pioniere), pyrolosum (Kiefernphase mit relativ dünner Moderdecke), myrtillosum (Übergangsphase zum Schattbaumwald mit mächtigerer Rohhumusauflage). Außerdem sind Fichte und Tanne stetig vorhanden, auch reichlich mesophile Laubwaldarten (Euphorbia amygdaloides, Sanicula europaea), während wärmeliebende Föhrenwaldelemente weitgehend fehlen.

X. Bodensaurer Waldföhrenwald (Vaccinio-Piceion)

1. Trockener Sauerhumus-Föhrenwald (Piceo-Pinetum sylvestris silicicolum)

Die artenarme Dauergesellschaft schließt bei warmem Lokalklima an das Piceo-Pinetum an (Stefanović 64). Auf basen- und nährstoffarmer, saurer, extrem kalkarmer, trockener Parabraunerde stocken Pinus sylvestris-Picea abies-Mischbestände mit Betula pendula, Populus tremula; Danthonia decumbens, Hieracium pilosella. Auch anspruchsvollere Trockenheitszeiger: Calamintha clinopodium, Cruciata glabra, Carex montana, Trifolium montanum. Meist handelt es sich um eine sekundäre Pioniergesellschaft nach Kahlschlag oder Brand. Nach Birken-Aspen-Pionierbeständen und Fichten-Kiefern-Übergangsgesellschaft wird in der Endphase ein Vaccinium myrtillus-reicher Nadelwald von Tanne unterwandert mit Weiterentwicklung zum Abieti-Piceetum silicicolum.

2. Weißmoos-Föhrenwald (Leucobryo-Pinetum sylvestris)

Auf den sauren, stark durchlässigen Sandpodsolen (1000–1100 m) herrscht trotz Niederschlagsreichtum sommerliche Dürregefahr. Teilweise ein durch Beweidung verursachtes Fichtenwald-Pionierstadium. In der relativ artenarmen Einheit bilden Rohhumuspflanzen den Artengrundstock: Vaccinium myrtillus, Calluna vulgaris, Genista tinctoria; ferner Luzula luzulina, Danthonia decumbens, Veronica officinalis, Melampyrum sylvaticum, Dicranum scoparium; besonders spezifisch das wechseltrockene Leucobryum glaucum und einige dürreresistente Flechten (Cetraria).

3. Birken-Föhrenbruchwald (Pino sylvestris-Betuletum pubescentis)

Trotz hoher Niederschläge kommt in Südbosnien (1100 m) die azonale Einheit im Tannen-Buchenwaldgebiet auf Moorgley-Böden vor. Die seltene Mischung Waldkiefer-Moorbirke kennzeichnet ein Mosaik nasser und trockener Standorte. Unter dem lichten Schirm gedeihen Fichte,

Salix pentranda, Frangula alnus, säureertragende Nadelwald-Arten (Vaccinium myrtillus, V. vitis-idaea, Calamagrostis villosa). Saure Nässezeiger (Sphagnum cymbifolium, squarrosum et subsecundum) stehen in nassen Dellen. In der Carex remota-Ausbildung gedeihen Bruchwaldelemente (Molinia caerulea, Equisetum sylvaticum), neben Arten der Großseggenrieder (Carex paniculata et rostrata, Peucedanum palustre), auch einige Moorbesiedler (Drosera rotundifolia, Carex stellulata). Ein ungewöhnliches Arealtypen-Spektrum mit borealer Dominanz in mitteleuropäisch-submediterran geprägten Wäldern.

XI. Azonale Erlenwälder

1. Erlen-Auwälder

Selbst schmälere Auwälder sind im Karstgebirge selten. In SW-Kroatien treten Grauweidengebüsche (Salicetum eleagno) auf. Der Schwarzerlen-Grauerlenwald (Alnetum glutinosae-incanae) siedelt auf höherem Uferniveau mit zahlreichen Auwaldarten: Viburnum opulus, Rubus caesius, Lycopus europaeus, Crepis paludosa, Circaea lutetiana. Bach-Eschenwald (Carici remotae-Fraxinetum) in Kroatien nur fragmentarisch. **Montaner Grauerlenwald** (Blečić 60) am Lim- und Tara-Fluß. Das Oxali-Alnetum incanae mit Eschen- und Bergahorn-Beimischung kennzeichnen Aconitum toxicum, Doronicum austriacum; Alno-Padion- und Fagetalia-Charakterarten dominieren. Üppige staudenreiche Ausbildung (Lunaria rediviva, Carex remota).

2. Erlenbruchwald und Moorweidengebüsche

An grundwassernahen Standorten außerhalb der Flußauen kommen im illyrischen Bergland kleinflächige Schwarzerlenbruchwälder vor; Plitvička Jezera. Wo die Gebirgsbäche in die von Tuffwällen gestauten Seen münden, lagern sie große Mengen Laubstreu und Feinerde ab und bildeten kleine Terrassen (Petasites kablikianus). Montane Rassen zweier im Westen häufigeren Einheiten treten kleinflächig auf; Moorweidengebüsch (Salicetum cinereae) als Pionier- und Mantelgesellschaft und Seggen-Schwarzerlenbruch (Carici elongatae-Alnetum) als azonale Schlußgesellschaft. Den Seegras-Erlenwald (Carici brizoides-Alnetum) erwähnt Horvat (38) aus Kroatien und Bosnien.

XII. Azonale Laubwälder in der Buchenstufe

1. Wärmeliebende submediterrane Laubwälder (Ostryo-Carpinion)

Wärmeliebende submediterrane Laubwälder reichen in Küstennähe bis in die montane Buchenstufe auf nicht zu steilen und flachgründigen Sonnseiten, da sonst azonale Kiefernwälder entstehen. Ins dinarische Gebirge dringen tiefer ein: Carpinetum orientalis croaticum (Horvatić 39) et montenegrinum (Blečić 58), Seslerio-Ostryetum (Horvat 50). Das Areal wurde durch Niederwaldwirtschaft, Kahlschlag und Weide erheblich vergrößert. Manche Fagion-Einheiten wurden in Quercetum pubescentis-Gesellschaften umgewandelt. Endemisch für den slowenischen Alpenrand ist das von Wraber (60) beim Bohinj-See entdeckte submediterrane, schon nicht mehr typisch südosteuropäische Genisto (Cytisantho)-Ostryetum. Einige azonale Ostryo-Carpinion-Gesellschaften kommen nur im Binnenland kleinflächig an warmen Südlagen vor und fehlen in der submediterranen Zone: Querco-Ostryetum (Horvat 38) und Lathyro-Quercetum petraeae Horvat (58).

2. Extrazonaler und anthropogener Eichen-Hainbuchenwald
(Carpinion illyricum)

Eichen-Hainbuchenwälder des Tieflandes treten fleckenweise an Südlehnen und warmen Bergrücken extrazonal auf, z.B. Zagrebačka Gora bis 700 m. Große Flächen hat der Eichen-Hainbuchenwald im Fagion-Gebiet durch Niederwaldbetrieb und Weidewirtschaft gewonnen. In Siedlungsnähe sind höher gelegene Eichen-Hainbuchen-Niederwälder fast buchenfrei. Mit zunehmender Entfernung von den Dörfern stocken auf analogen Standorten gutwüchsige Buchen und schließlich reine Buchenwälder. Dies spricht für eine anthropogene Ausdehnung des Querco-Carpinetum (HORVAT-GLAVAČ-ELLENBERG 74).

G. Mösische Buchenwald-Zone (Abb. 206, 207)

Eigenart des mösischen Buchenwaldes: Ost- und Südserbien, Mittel- und Südbulgarien und N-Makedonien bilden die Provinz Moesia (ADAMOVIĆ 07). Die soziologische-ökologische Eigenständigkeit ist begründet durch das Fehlen von illyrischen Arten, sowie durch Kennarten des Fagion dacicum. Mösische Arten (Fagus moesiaca) treten auf, Buchen- und Buchen-Tannenwälder weichen von benachbarten ab. Selbst im Gebirge ist das Klima wesentlich kontinentaler. Grenzen: Pirin- und Rhodopengebirge, Nordabdachung des Balkangebirges in Bulgarien, NO-Serbien, Karpaten-Ausläufer (Übergang zum Fagion dacicum) Buchenhöhen der Fruška Gora. Die westliche, nicht deutliche Übergangszone (Pristina-Golubač) wird durch die Ostgrenze von Ostrya carpinifolia und durch die westliche Grenze des Quercetum frainetto-cerris (FUKAREK 79) markiert.

Balkanische Buchenarten: In SO-Europa treten 3 Kleinarten auf: Fagus sylvatica, moesiaca und orientalis. Erstere und letztere lassen sich morphologisch gut unterscheiden. Fagus moesiaca ist intermediär. In Südbulgarien und Nordgriechenland mischen sich oft alle 3 Buchenarten. Arealkundlich und ökologisch deutlich differenziert: **Fagus orientalis** ist am westlichen Arealrand auf tiefmontane, relativ warm-trockene Lagen beschränkt (400–800/900 m); **Fagus moesiaca** kommt in Nordgriechenland mittelmontan (800/900–1600 m) vor, gegen Norden in immer tieferen Lagen. **Fagus sylvatica** in den Alpen in allen Höhenstufen (400–1800 m) ist gegen Süden auf immer höhere Lagen beschränkt, z. B. Nordgriechenland nur hochmontan (1600–1800 m). In Mischzonen (Südbulgarien, Nordgriechenland) mit allen drei Buchenarten ist eine einwandfreie, taxonomische Trennung schwierig.

Höhenstufen: Montan dominieren mehr oder minder reine Buchenwälder, die hochmontan vom Fichten-Tannen-Buchen-Mischwald überlagert werden. Den subalpinen Wald prägt von Westen nach Osten von Buche zunehmend die Fichte durch den stärker kontinentalen Charakter. Höhenstufung auf der Suva Planina: 400–1100 m reiner Buchenwald, 1100–1600 m Buchen-Tannenwald, 1400–1700 m subalpiner Buchenwald mit Fichte. Im Balkangebirge (Stara Planina, GARELKOV 67) drei Unterregionen des Buchenwaldes: Tiefmontan (500–900/1100 m) reine Buche oder gemischte Bestände mit Traubeneiche, Esche, Bergahorn, Spitzahorn; montan (900/1000–1300/1400 m) reine Buchenwälder und Buchen-Tannen-Mischbestände; hochmontan (1300/1400–1600/1700 m) gering leistungsfähige Buchenbestände ohne oder mit Fichte, nadelholzreiche Partien an schwer zugänglichen Stellen; Abb. 208, 209, 210.

Klima: Das Klima in Serbien und Bulgarien ist relativ kontinental, trocken und sommerwarm, ähnlich der Steppenwaldzone. Die montane Buchenwaldzone unterliegt dem gleichen subkontinentalen Witterungsrhythmus, aber mit höheren Niederschlägen und geringerer Wärme; 5–10° C, 680–1150 mm N. Das hochmontane Klima ist wesentlich weniger humid als in der illyrischen Buchenwaldzone. Durch die niedrigere relative Luftfeuchtigkeit macht sich die sommerliche Trockenperiode noch bemerkbar.

Mösisches Buchenwaldgebiet (Fagion moesiacum)

Stufe	Waldgesellschaften
tief-subalpin	Pinetum mugi — Pinetum leucodermis Wulfenio- \ PINETUM PEUCIS / Potentillo- Vaccino- \ PICEETUM SUBALPINUM / Aceri h.- Spagno-Piceetum — Alnetum viridis
hoch-montan	sylvestris - Pinetum - leucodermis Piceetum montanum — Erico-Abieti-Piceetum Bruckenthalio- \ FAGETUM / Aceri heldr.- ABIETETUM Luzulo- < ABIETI-FAGETUM > Galio o.
montan	Vaccinio- \ (Querco-) PINETUM / Carici h.- sylvestris — sylvestris/nigrae — nigrae Quercetum petraeae — Syringo-Carpinetum or. — Corylo colurno-Fagetum Luzulo luzuloidis- \ FAGETUM MOESIACUM / Galio odorati- Lauroceraso--Fagetum — Aesculus-Juglans-Fraxinus-Assoziation Salicetum cinereae — Alnetum glutinosae — Carici- Aceri--Fraxinetum

feuchter ↕ trockener

saurer ← → basischer

Abb. 206: Waldgesellschaftskomplex im mösischen Buchenwaldgebiet (Fagion moesiacum). Über der breiten Buchenwaldstufe mit thermophilen Dauergesellschaften, Relikten und Endemiten und einer Tannen-Buchenwaldzone ist noch ein schmaler tiefsubalpiner Fichtenwaldgürtel vorhanden. Hochsubalpin bildet das Pinetum peucis die Waldkrone.

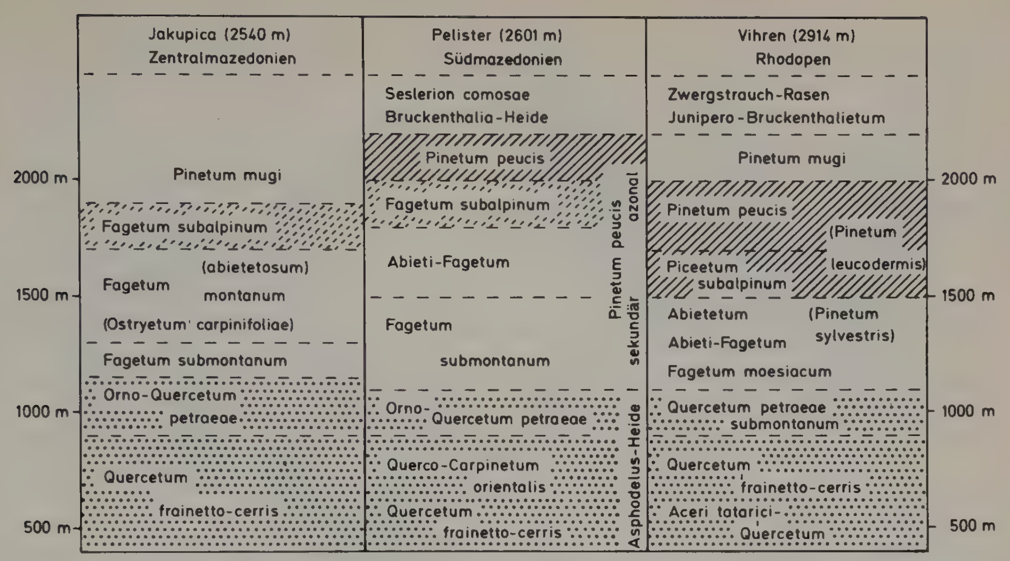


Abb. 207: Höhenprofile im mösischen Buchenwaldgebiet. In Zentralmazedonien ist noch kein subalpiner Nadelwald ausgebildet. Die subalpine Pinetum peucis-Stufe schließt im Nationalpark Pelister an den Buchenwald an. Erst in den östlicher gelegenen, kontinentaleren Rhodopen schiebt sich der tiefsubalpine Fichtenwald dazwischen und die Nadelwaldstufe ist typisch ausgebildet. Kollin dominiert bei diesem West-Ost-Profil der Balkaneichenwald.

I. Zonaler mösischer Buchenwald (Fagion moesiacum)

1. Buchenwald auf kalkreichen Böden (Galio odorati-Fagetum)

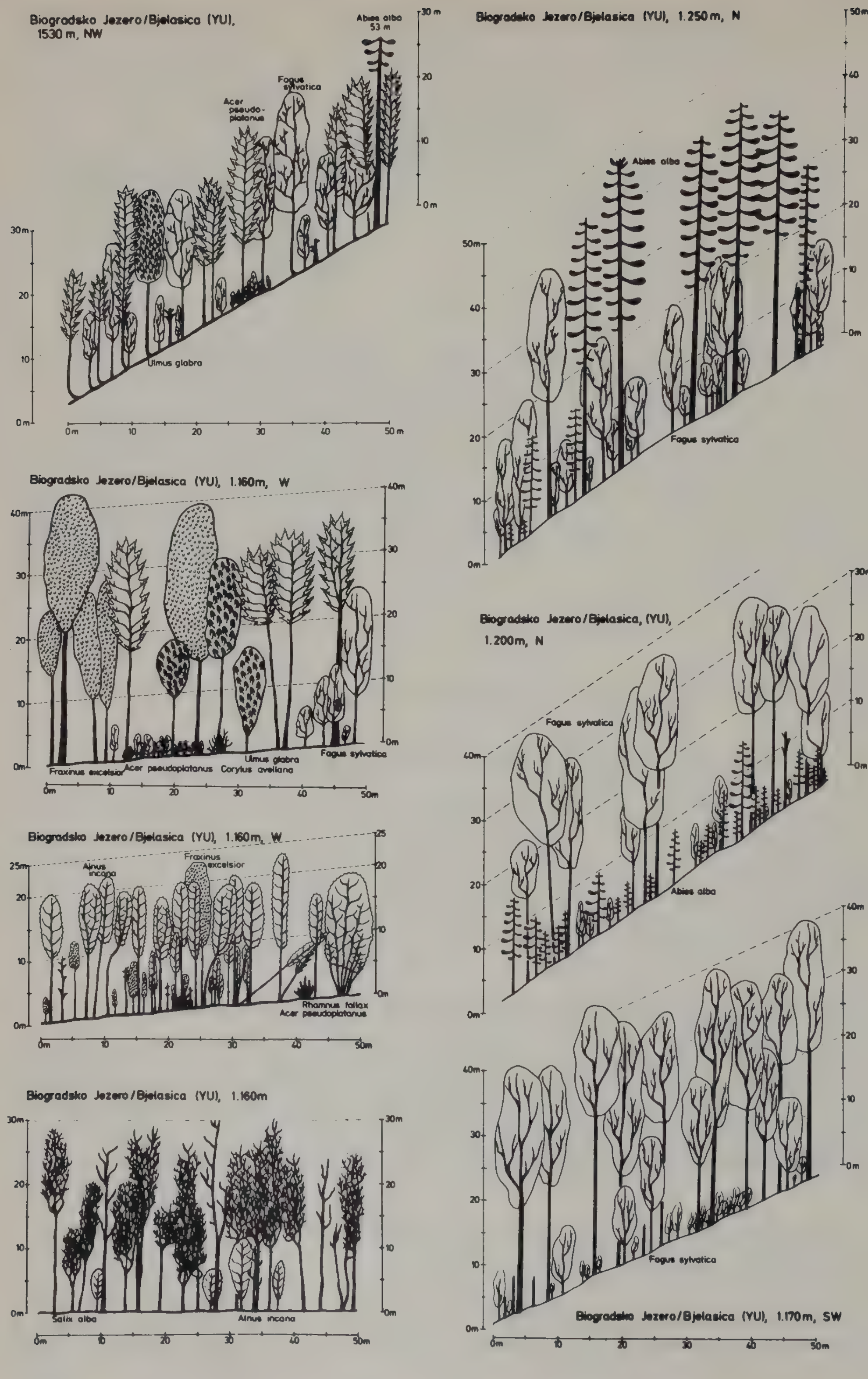
In Serbien (Diklić 62) und Bulgarien (Garelkov 67) stimmt das Artengefüge mit anderen Kalkbuchenwäldern weitgehend überein, wobei illyrische und dazische Charakterarten weitgehend fehlen. **B.:** Fagus moesiaca, Acer pseudoplatanus, Quercus petraea, Carpinus betulus; **K.:** Dentaria bulbifera, Mercurialis perennis, Lilium martagon; randliche Untereinheiten mit Corylus colurna und Ruscus aculeatus nur klimaxnah. Ausbildungen mit Festuca drymeia und Luzula luzuloides leiten zum bodensauren Buchenwald über (Abb. 208).

2. Bodensaurer montaner Buchenwald (Luzulo luzuloidis-Fagetum)

Im basenarmen ertragsschwachen Sauerhumus-Buchenwald kommt in Serbien und Bulgarien (Jovanović 53, Gančev 61), von Buche abgesehen, nur Quercus petraea vor. **K.:** Vaccinium myrtillus, Avenella flexuosa, Veronica officinalis. Jahrhundertelange Beweidung und Streunutzung verursachten den Produktionsrückgang bei dieser Gesellschaft, ehemals ebenso wüchsig wie der Kalkbuchenwald. Subalpine Ausbildung an der Fichtenwaldgrenze (Abb. 209).

3. Bodensaurer Fichten-Tannen-Buchenwald
(Luzulo luzuloidis-Abieti-Fagetum, Abb. 210)

Die artenarme Einheit unterscheidet sich kaum zur illyrischen Ausbildung, z. B. Abieti-Fagetum myrtilletosum, Serbien, Bulgarien. Besonders schlechtwüchsig ist das extrem bodensaure mazedo-


Biogradsko Jezero/Bjelasica (YU), 1530 m, NW
Abies alba 53 m
Fagus sylvatica
Acer pseudo-platanus
Ulmus glabra
Biogradsko Jezero/Bjelasica (YU), 1.250 m, N
Abies alba
Fagus sylvatica
Biogradsko Jezero/Bjelasica (YU), 1.160m, W
Fraxinus excelsior
Acer pseudoplatanus
Corylus avellana
Ulmus glabra
Fagus sylvatica
Biogradsko Jezero/Bjelasica, (YU), 1.200m, N
Fagus sylvatica
Abies alba
Biogradsko Jezero/Bjelasica (YU), 1.160m, W
Alnus incana
Fraxinus excelsior
Rhamnus fallax
Acer pseudoplatanus
Biogradsko Jezero/Bjelasica (YU), 1.160m
Salix alba
Alnus incana
Fagus sylvatica
Biogradsko Jezero/Bjelasica (YU), 1.170m, SW

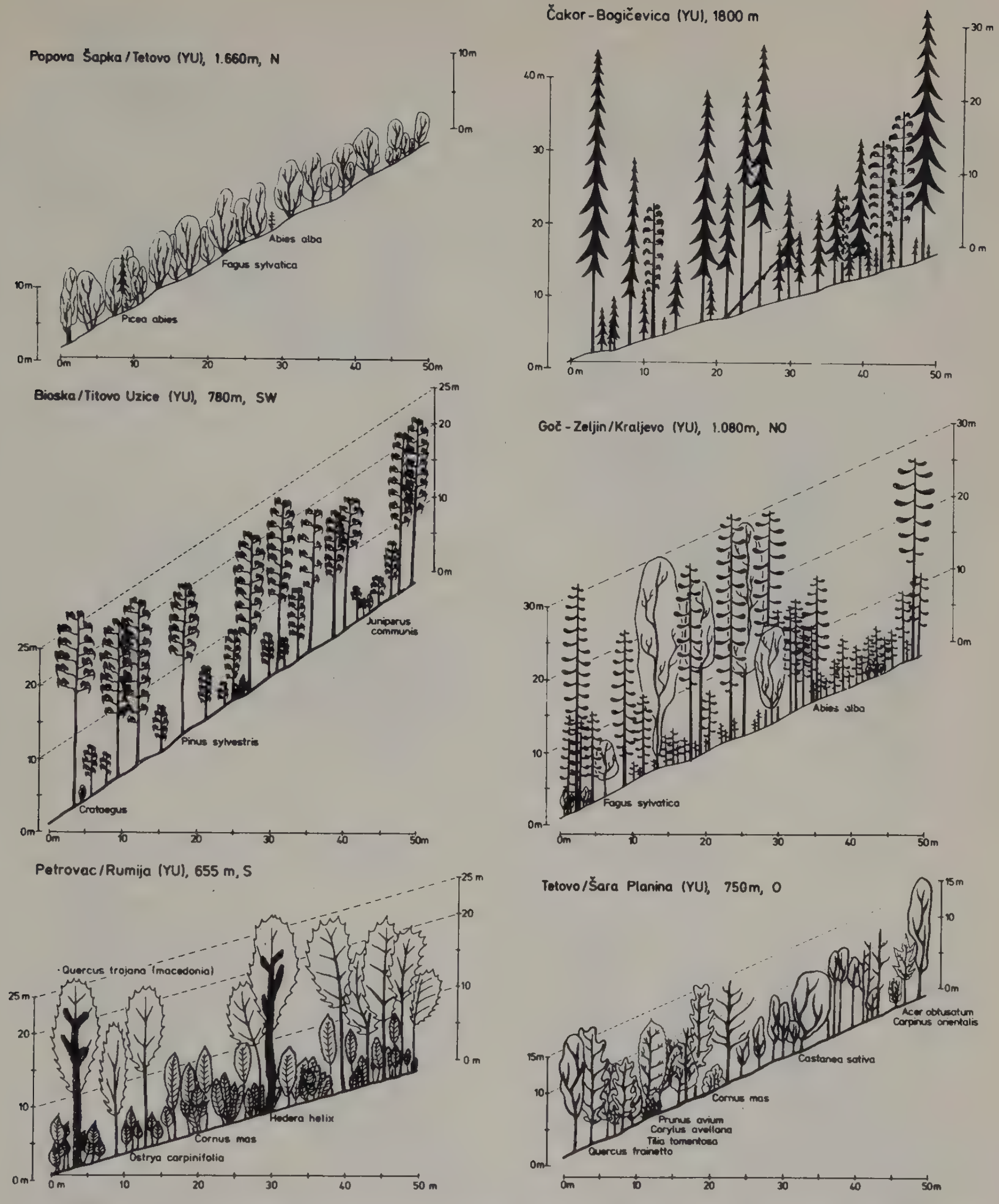


Abb. 209: Bergwälder im mösischen Buchenwaldgebiet. Subalpiner Heidelbeer-Fichtenwald mit Pinus peuce am Čakor-Paß. Subalpiner Buchen-Niederwald bei Tetovo (1660 m). Plenterartiger Serpentin-Tannen-Buchenwald im Goč-Gebirge. Serpentin-Schneeheide-Schwarzkiefernwald bei Bioska. Kastanien-Eichenwald bei Tetovo (750 m). Mazedonischer Eichenwald (Quercetum trojanae) bei Petrovac.

Abb. 208: Waldgesellschaftskomplex im Nationalpark Biogradsko Gora. Rückgängiges Salicetum albae am Seeufer (1160 m unten). Urwaldartiges Alnetum incanae mit Esche. Sehr wüchsiges Aceri-Fraxinetum am seenahen Unterhang. Allium ursinum-Buchenwald (1170 m). Waldmeister-Buchenwald, Tannen-Variante (1200 m). Zahnwurz-Tannen-Buchenwald (1250 m). Hochmontaner Bergahorn-Buchenwald mit sehr wüchsiger Tanne (53 m).

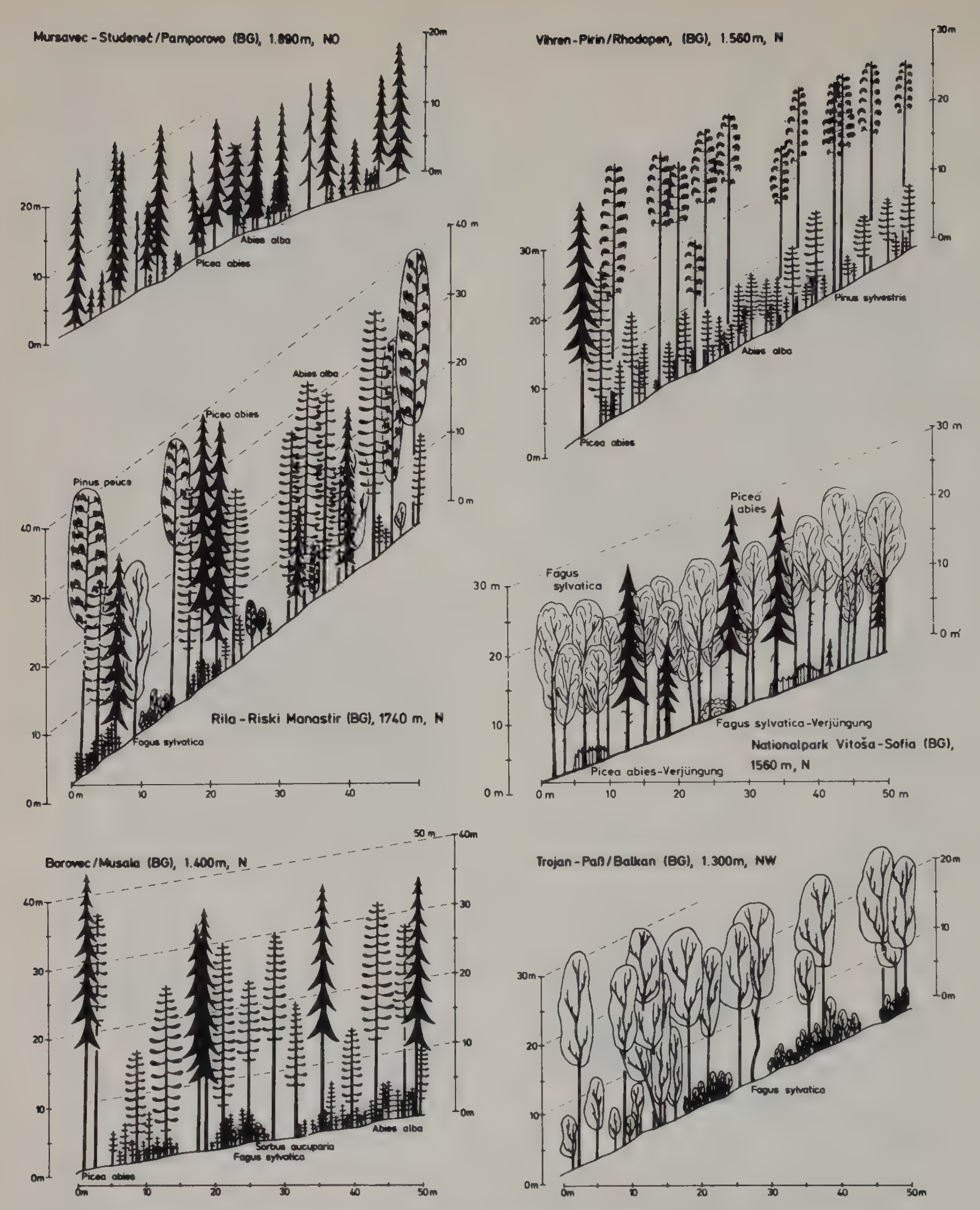


Abb. 210: Bergmischwälder im mösischen Buchenwaldgebiet. Subalpiner Heidelbeer-Fichtenwald Pamporovo. Fichten-Tannen-Buchen-Steilhangwald mit sporadischer Pinus peuce; Rila. Fichten-Tannen-Plenterwald in Borovec. Subalpiner Fichten-Buchenwald im Nationalpark Vitoša. Waldmeister-Buchenwald mit Luzula luzuloides am Trojan-Paß.

nische Bruckenthalio spiculifoliae-Fagetum mit Vaccinium myrtillus-Dominanz (Em 75), kleinflächig (970–1600 m) auf Schattseiten; Luzula sylvatica et luzuloides, Avenella flexuosa, Campanula sparsa. Es dürfte sich um ehemalige Fichtenwaldstandorte handeln, wo nach Aushieb der Fichte der ehemalige Buchen-Nebenbestand dominiert; Pinus peuce-Ausbildung (Abb. 210). Lokal Tieflagen-Abieteten (Abb. 209).

4. Hochmontaner Braunerde-Tannen-Buchenwald

(Abieti-Fagetum moesiacum, JOVANOVIĆ 59, Abb. 209).

Im mösischen Tannen-Buchenwald tritt Tanne besonders hervor. Fichte kann lokal fehlen (JOVANOVIĆ 55, GAJIĆ 61). Im Vergleich zum montanen Buchenwald (etwas artenärmer) fehlen submontane Arten; Arum maculatum (Helleborus odorus). Die Ähnlichkeit mit analogen illyrischen Gesellschaften ist groß. Schattseitige Serpentin-Ausbildung (RITTER-STUDNIČKA 70) mit Erica carnea, Daphne blagayana, Melampyrum trichocalycinum. Im serbischen Goč-Gebirge erreicht Tanne (100 jg.) in Abieti-Fagetum moesiacum sehr unterschiedliche Wuchsleistungen (STAMENKOVIĆ et al. 80, Abb. 211)

Untergesellschaft	Ø cm	Höhe m	Vfm	Vorrat fm	Zuwachs fm/Jahr/ha
polypodietosum (Kornit-Braunerde)	64	35,0	4,7	602–670	19,3–20,7
galietosum rotundifolii (Granodiorit-Braunerde)	56	35,5	3,5	537–644	12,7–18,3
festucetosum drymeiae (Andesit-Skelettboden)	40	27,0	1,5	(498)	(8,3)
myrtilletosum (Serpentin-Braunerde)	36	22,3	1,1	328–460	8,5–12,6

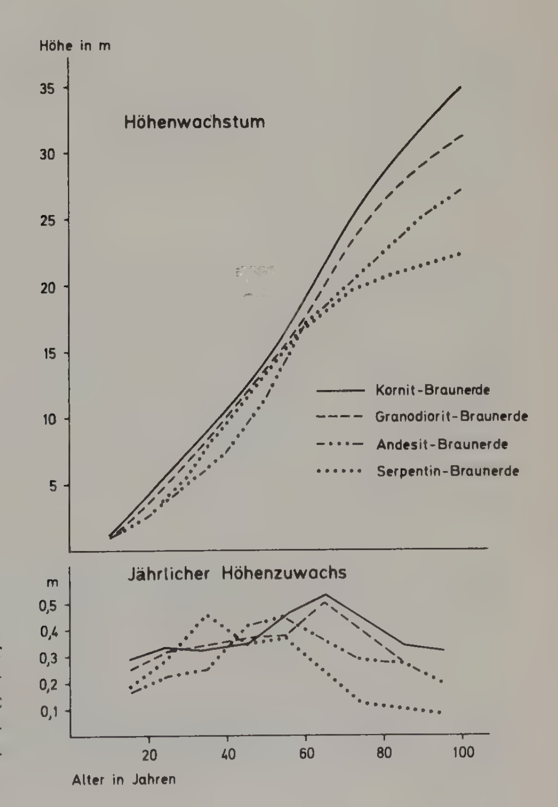


Abb. 211: Höhenentwicklung sowie jährlicher Höhenzuwachs von Tanne in gleichaltrigen Beständen im Goč-Gebirgė/Serbien (nach STAMENKOVIČ et al. 80). Am extremen Serpentin-Standort kulminiert der Höhenzuwachs zuerst; Ursache der Ausnahme unbekannt; Ökotyp?

Ungewöhnlich ist die früheste Kulmination des laufenden Zuwachses in den gleichaltrigen Tannenbeständen auf den armen, sonnseitigen Serpentinstandorten. Mit zunehmender Standortsverbesserung verschiebt sich die Kulmination in ein höheres Alter. Auf dem extremen Serpentinstandort hat die Tanne durch größeren Lichtbedarf einen Entwicklungsverlauf nahezu wie eine Lichtbaumart.

5. Subalpiner Ahorn-Buchenwald (Aceri-Fagetum)

Wie in Illyrien bildet die Buche in manchen Gebirgen (z. B. Goč, Jovanović 57) die oberste Waldzone (Abb. 210). Durch jahrhundertelange Niederwaldwirtschaft fehlt Picea abies in subalpinen Wäldern (1300–1600 m) des Balkangebirges fast völlig, obwohl sie von Natur aus vorherrschen würde. Spezifisch für den mösischen Ahorn-Buchenwald: Fagus moesiaca (20–27 m, 40–90 cm ∅) Acer heldreichii, A. pseudoplatanus, A. platanoides; illyrische Arten zurücktretend (Cardamine trifolia). Hochstauden und Farne charakteristisch: Polygonatum verticillatum, Cicerbita alpina, Adenostyles alliariae, Doronicum columnae, Polystichum aculeatum (Abb. 208).

II. Intrazonale Buchenwälder an Sonderstandorten

1. Baumhasel-Buchenmischwald
(Corylo colurnae-Fagetum, Jovanović 55, Soó 64)

Steile, oft von Felsen durchsetzte Sonnenhänge (900–1250 m) mit flachgründigen Karbonatböden besiedelt ein seltener, schlechtwüchsiger (bis 20 m), randlicher Buchenmischwald. Viele konkurrenzschwache Arten, auch Relikte wärmerer und trockenerer Zeiten (Acer hyrcanum) gedeihen. Die azonalen Corylus colurna-Felswälder (analog Taxo-Fagetum) sind reich an Baumarten (23); Fraxinus ornus, Pyrus communis, Sorbus mougeotti, Fraxinus excelsior. **CA.:** Primula vulgaris, Cornus mas, Syringa vulgaris, Cotoneaster nebrodensis, Staphylea pinnata, viele Eichenwaldelemente. Diese randliche Fagion-Gesellschaft ist azonal.

2. Kirschlorbeer-Buchenwald (Pruno laurocerasi-Fagetum, Soó 64)

Ein Relikt fand Adamović (09) an Hangfüßen auf tiefgründigen, feuchten, kolluvialen Böden saurer Reaktion am Oštrozub/Südserbien. Der Sauerhumus-Buchenwald ist ähnlich aufgebaut wie in Schluchten des Strandza-Gebirges. Nur der ziemlich trockenheitsresistente Kirschlorbeer hat als einziger wärmebedürftiger Kleinbaum der südeuxinischen Buchenwälder im relativ kontinentalen Balkan-Gebirge überdauert. **CA.:** Vaccinium myrtillus, Gentiana asclepiadea, Luzula luzuloides, Blechnum spicant, Rubus hiruts.

III. Azonaler Edellaubmischwald

1. Mösischer Ahorn-Eschenwald (Aceri-Fraxinetum moesiacum)

Auf tiefgründigen, frischen Böden von hochproduktiven, muldigen Standorten gedeiht als mitteleuropäischer Arealrand-Vorposten in Serbien der Ahornmischwald (Knapp 44). Das Artengefüge erinnert an Schlucht- und Kalkbuchenwälder; **B.:** Acer pseudoplatanus, A. platanoi-

des, Fraxinus excelsior, Tilia platyphyllos; **S.**: Sambucus nigra, Humulus lupulus; **K.**: Galium odoratum, Agropyron caninum, Sanicula europaea, Alliaria petiolata, Arum maculatum, Scutellaria altissima.

2. Roßkastanien-Walnuß-Eschenwald (Aesculus hippocastanum-Juglans regia-Fraxinus excelsior-Gesellschaft)

Roßkastanien-Walnuß-Schluchtwälder sind Ausläufer jener Laubwälder, die in asiatischen Trocken-Gebirgen an lokalklimatisch feuchten Plätzen den sommergrünen Breitlaubwald ersetzen. Sie gedeihen montan in engen, warm-feuchten Bergtälern und Schluchten auf skelettreichen Böden (380–1330 m); Mittel- und Nordgriechenland, Albanien, Nordwest-Makedonien, nordöstlicher Balkan. Roßkastanie besiedelt spontan ein Reliktareal nur auf der Balkanhalbinsel. In der Tertiärzeit weiter verbreitet ist sie nur konkurrenzfähig bei reduzierter Vitalität der Buche (Schluchtwaldstandort). **B.**: Aesculus hippocastanum, Acer campestre, Tilia tomentosa, Fagus moesiaca, Juglans regia, Alnus glutinosa, Fraxinus excelsior, Acer pseudoplatanus, Tilia cordata, Carpinus betulus, Quercus petraea; **S.**: Corylus avellana, Cornus mas, Sambucus nigra; **K.**: (Fagetalia) Mercurialis perennis, Aegopodium podagraria, Salvia glutinosa, Sanicula europaea, Polygonatum odoratum, Polystichum aculeatum, Symphytum tuberosum, Ruscus hypoglossum. Der Walnußbaum, ebenfalls ein Tertiärrelikt, ist in SO-Europa ähnlich verbreitet wie Roßkastanie, aber trockenresistenter, wärmebedürftiger und frostempfindlicher. Der Nußbaum verwildert leicht, auch in Mittel- und Westeuropa, in Auen- und Schluchtwäldern.

IV. Azonale Föhrenwälder

Flachgründige Böden, häufigeres Serpentinvorkommen, sowie trockenkontinentales Klima erklären das im Vergleich zu Illyrien größere Areal der mösischen Schwarz- und Wald-Föhrenwälder im Traubeneichenwald-Kontaktgebiet auf Silikat-Kalk- sowie Moorstandorten.

1. Mösischer Serpentin-Föhrenwald (Pinetum sylvestris-nigrae)

Hauptareal in Südwest-Serbien in 900–1200/1500 m Höhe meist an steileren Schatthängen. Schwarzkiefer herrscht an steinigen, steilen Hängen der Tieflagen vor, Weißkiefer in höheren Lagen an feinerdereicheren Böden. Die heutigen Föhrenwälder sind kümmerlicher und lichter als von Natur aus durch Waldweide, Brand, Kahlschlag oder Bodenerosion.

Typischer Serpentin-Föhrenwald (Abb. 209). Viele endemische lichtliebende Arten kommen kleinräumig im Wald nur an offenen Plätzen vor. Kennzeichnend: Armeria canescens var. serpentini, Eryngium serbicum, Euphorbia serpentini, Helleborus multifidus ssp. serbicus, Potentilla hirta var. zlatiborensis, Thymus adamovicii. Repräsentativ ist der montane serbische Rot- und Schwarzföhren-Mischwald (Pavlović 51) mit wechselndem Artengefüge. Zu den Föhren treten Betula pendula, Quercus petraea. **CA.**: Erica carnea, Galium lucidum, Aquilegia vulgaris, Daphne blagayana, Laserpitium krapfii, Asplenium cuneifolium.

Traubeneichen-Schwarzföhren-Mischwald (Potentillo heptaphyllae-Pinetum gočensis, Jovanović 59). Die reliktische Einheit auf Steilhängen im Tannen-Buchenwaldgebiet nimmt durch Brand und Kahlschlag ein größeres Areal ein. **B.**: Pinus nigra, Quercus petraea (durch Niederwaldbetrieb gefördert). **S.**: Juniperus oxycedrus, J. communis, Fraxinus ornus; **CA.**: Sesleria filifolia, Festuca amethystina, Daphne blagayana, Bromus pannonicus, Erica carnea, Stachys scardica. Im Querco-Pinetum nigrae (Pvavlović 64) des Ibar-Gebietes besteht die Krautschicht aus Serpentinpflanzen (Helleborus multifidus ssp. serbicus), Schneeheide-Föhrenwaldarten (Erica carnea), Rohhumus-Besiedlern (Vaccinium myrtillus), anspruchsvollen Wald-Geophyten (Erythronium

dens-canis), Rasenelementen (Galium album). An schattseitigen Unterhängen des Zlatibor (Pavlović 51) ein Serpentin-Föhren-Eichenmischwald (Potentillo albae-Quercetum, Horvat 58). Schwarzkiefern-Grenzstandort: Serpentin-Hopfenbuchen-Traubeneichenwald (Ostryo-Quercetum petraeae serpentinicum, Vukičević 65, Goč-Gebirge).

Makedonischer Silikat-Föhrenwald (EM 62). Azonale Schwarz- und Weißkiefernwälder (15 000 ha) in Makedonien auf relativ basenreichen Trachyt-, Andesit- und Gneisstandorten (900–1800 m). Bis 1470 m steigt Schwarzkiefer, über 1150 m dominiert Weißkiefer, wobei Rohhumuszeiger (Orthilia secunda, Melampyrum sylvaticum) kennzeichnen, auch montane Bergwaldarten wie Asarum europaeum, Veronica urticifolia.

2. Kalk-Schwarzföhrenwald (Carici humilis-Pinetum nigrae, Jovanović 55)

Der Erdseggen-Schwarzföhrenwald auf flachgründiger Kalkrendzina besiedelt in Ostserbien, SW-Rumänien und im Pirin-Gebirge Steilhänge (500–1000 m). Er verträgt mehr Trockenheit als der Baumhasel-Buchenwald und ist leistungsfähiger als der Serpentin-Föhrenwald. Baumschicht mit eigentümlichem Gefüge: Pinus nigra, Fraxinus ornus, Acer hyrcanum, Corylus colurna, Carpinus orientalis, Tilia platyphyllos ssp. cordifolia, Taxus baccata, Juglans regia. **S.:** Coronilla emerus ssp. emeroides, Cotoneaster nebrodensis, Syringa vulgaris, Cotinus coggygria; **K.:** Carex humilis, Sesleria rigida, Achnatherum calamagrostis, Genista radiata, Achillea clypeolata.

3. Bodensaurer Waldföhrenwald (Luzulo luzuloidis-Pinetum sylvestris)

Im Balkan-, Rila-, Pirin- und Rhodopen-Gebirge bestockt Pinus sylvestris ausgedehnte Flächen; neben Bosnien und Westserbien das wichtigste Föhrenwaldgebiet Südosteuropas. Das Areal der azonalen sonnseitigen Weißkiefern-Bestände hat sich auf Sauerhumus-Buchenwaldstandorte ausgedehnt (Gančev-Rušakova 66).

Bulgarische Kiefernwälder: B.: Pinus sylvestris (herrschend), Picea abies, Betula pendula, Abies alba; **S.:** Lonicera nigra, Chamaecytisus eriocarpus; **K.:** Calamagrostis arundinacea, Campanula sparsa, Luzula luzuloides, Digitalis viridiflora, Hypericum cerastoides, Trifolium medium. Die zentralbalkanische Gesellschaft weist auf größere Trockenheit, Wärme und stärker montanen Charakter als im Norden hin. Fichtenwaldähnliche Artenkombination im Vaccinium myrtillus-Pinus sylvestris-Wald des Rilagebirges: **S.:** Rubus hirtus, Juniperus communis ssp. nana; **K.:** Vaccinium vitis-idaea, Luzula luzuloides, L. sylvatica, L. luzulina, L. forsteri, Galium rotundifolium. In dieser teilweise sekundären Einheit sind Fichte, Tanne und montane Arten durch Schlag oder Brand ausgeschaltet worden.

4. Sekundäre Brand-Föhrenwälder

In allen Waldgebieten mit natürlichen Pinus nigra- oder sylvestris-Dauergesellschaften hat sich die Kiefer durch Brand, Weide und Kahlschlag ausgedehnt. Das sommertrockene Klima begünstigt Brände. Ein- bis zwei Generationen nach Brand sind Fichte und Tanne, aber auch Buche durch sekundäre Kiefernwälder abgelöst. Müller (29) nahm einen (anthropogenen) Brand-Turnus für das Wuchsgebiet an. Den Baumartenwechsel durch Brandeinfluß mit verschiedenen Sukzessionen je nach Standort und Brandintensität untersuchte Penev (63) im Rilagebirge. Auf trockeneren Standorten: Unkraut-Gras-Stadium, dann Calamagrostis arundinacea-Cytisus rhodopaeus-Einheit, schließlich Kiefern-Waldpionier-Stadium. Auf frischeren Abieti-Fagetum-Standorten spielen Adlerfarn-Herden und Populus tremula-Initialphasen eine größere Rolle. Durch einseitige Nutzung von Fichte, Tanne oder Buche werden Birke, Aspe oder Kiefer noch mehr begünstigt. Die Entstehung der sekundären Kiefernbestände hat Parallelen zu Nordostdeutschland.

Azonale Fichtenwälder (Buchenstufe) in hochmontanen Schluchten (Kaltlufttälern) sind seltener als im illyrischen Karst.

V. Feuchtwälder

Waldföhren-Moor (Sphagno-Pinetum sylvestris, Petrov 58)

In seltenen, hochmoornahen Flach- oder Zwischenmoor-Standorten stocken am Rande entwässerter Rinnsale und auf Kleinseggenmooren Waldkiefern (Pioniere), Birken und kümmerliche Fichten. Bulgarische Ausbildung mit Eriophorum latifolium, Sphagnum fuscum, Eriophorum vaginatum, Vaccinium myrtillus, V. vitis-idaea. Auch in Serbien (Gigov 56) kleinflächig artenreiche, boreal anmutende Kiefern-Bruchmoorwälder.

Auwälder und Erlenbruchwälder wie in der illyrischen Zone. Alnetum glutinosae (Salicetum cinereae) sind selten; balkanischer Bach-Eschenwald Knapp (44), Carici remotae-Fraxinetum negotinense. Im Urwald Biogradsko Gora; Salicetum albae und Alnetum incanae (Abb. 208).

VI. Extrazonale Waldgesellschaften

1. Wärmeliebender submediterraner Buschwald
(Syringo-Carpinetum orientalis)

Montane Vorposten der Balkan-Eichen oder der submediterranen Laubmischwaldzone sind in Serbien an lokalklimatisch begünstigte sonnige Bergrippen gebunden: Carpinetum orientalis macedonicum et serbicum (Jovanović 55), Genisto lydiae-Quercetum pubescentis, Syringo-Carpinetum orientalis (Jakucs 59), Inulo candidae-Syringetum (Jakucs 59). In Mösien ferner Carpinus orientalis-Quercus cerris-Ass., Querco pubescentis-Ostryetum. Asplenio-Syringetum (Jakucs 59), Parîng-Gebirge. Eryngio-Syringetum (Diklić 62) bildet Gebüsche auf Rendzina und steilen Sonnhängen im Buchenwaldgebiet Ostserbiens (900–1300 m) mit Ostrya carpinifolia, Fraxinus ornus, Quercus pubescens. Bei kühlerem (Tannen-) Buchenwaldklima fallen thermophile Arten aus und es entwickeln sich Baumhasel-Buchenwälder.

2. Submontaner kontinentaler Traubeneichenwald

Im Fagion-Kontaktgebiet dringt die extrazonale Quercus petraea-Gesellschaft bis weit ins Gebirge vor, anthropogen durch extensiven Niederwaldbetrieb begünstigt. Ein rückläufiger Prozeß begann seit Rückgang der Waldweide und Übergang zum Hochwaldbetrieb. Mazedonisches Beispiel: (EM 68): Orno-Quercetum petraeae auf submontanen (800–1200 m) Silikat-Braunerde-Standorten mit Fraxinus ornus, Acer hyrcanum, Cyclamen neapolitanum.

VII. Südeuxinische Buchenwald-Zone (Strandža-Gebirge)

Pflanzengeographischer Charakter: Die Vegetation des inselartigen Gebirges wird von montan-kolchischen Buchenwäldern geprägt. Die einmalige Flora gibt durch Arten des reliktischen Laurocerasus-Gürtels eine Vorstellung von der im Tertiär reicheren Pflanzenwelt Europas. Der Istrandscha Dagh (1031 m) war vermutlich eine der wenigen eiszeitlichen Waldinseln. Den kolchischen Einfluß belegen Rhododendron ponticum, Daphne pontica, Epimedium pubigerum, Trachystemon orientale, Doronicum caucasicum, Fritillaria pontica. Orientbuchenwälder und breitblättrige Immergrüne charakterisieren auch den Belgrader Wald, einen Südausläufer des Gebirges (Czeczott 38/39, Yaltirik 66).

Standort: Durch Lage zwischen 3 Meeren verhindern frische Nordwinde eine ähnliche Schwüle wie im Bosporus-Gebiet, häufige Tau- und Nebelbildung im Sommer, fast wöchentliche Gewitterregen im Juli und August. Bei 800–900 mm N mit submediterraner Regenverteilung liegt das

Maximum im November/Dezember, das Minimum im August. Es gibt keine Dürrezeit. Durch den Meereseinfluß wird die beträchtliche Kontinentalität ausgeglichen. Geologisch dominieren paläozoische Sedimente, Schiefer und Eruptiv-Gesteine. Durch starke Oberflächengliederung sind eingeschnittene, wasserreiche Schluchten und Täler typisch.

Submediterrane Stufe mit subxerophiler Šibljak-Formation und Longos-Auwäldern, in den tiefsten Lagen subxerophile submontane Eichenwälder.

1. Zonaler Beerstrauch-Orientbuchenwald

(Vaccinio arctostaphyli-Fagetum orientalis)

Auf Hängen und Kuppen der höheren Lagen (600–800 m) mit podsolierten Gebirgsböden herrscht Vaccinium arctostaphylos, ein übermannshoher Beerstrauch, vor. **B.:** Fagus orientalis, Prunus avium, Acer platanoides. **S.:** Corylus avellana, Rubus canescens. **K.:** Calamintha grandiflora, Trachystemon orientale, Digitalis ferruginea, Tanacetum macrophyllum, Polygonatum multiflorum, Melica uniflora, Primula vulgaris var. rubra, Salvia glutinosa,Galium odoratum, Lathyrus laxiflorus, Geranium pyrenaicum, Hypericum umbellatum.

Die Einheit ist dem illyrischen Braunerde- bis Sauerhumus-Buchenwald vergleichbar. Neben Azidophilen (Luzula sylvatica, L. luzuloides, Vaccinium arctostaphylos) viele anspruchsvollere Mullbodenpflanzen: Hordelymus europaeus, Dentaria bulbifera, Lamiastrum galeobdolon, außerdem hochmontane Arten: Polygonatum verticillatum, Chaerophyllum aureum. In ausgesprochenen Wolkenwald-Hochlagen sind alte Buchen mit Moosen und Flechten behangen: Leucodon sciuroides, Homalothecium sericeum, Lobaria pulmonaria. Im submontanen Belgrader Wald treten mediterrane und submediterrane Arten hinzu: Erica arborea, Smilax excelsa, Ruscus aculeatus (Yaltirik 66).

2. Rhododendron-Orientbuchen-Schluchtwald

(Rhododendro pontici-Fagetum orientalis)

Die azonale, sehr artenreiche Schluchtwaldgesellschaft mit pontischer Alpenrose ist an feuchte Schluchten und eingeschnittene, schattige Täler mit ständig feuchter Luft, reichlich Wasser und Schutz gegen Wind und Kälte gebunden; Braunerden bis kolchische Gelberden. **B.:** Fagus orientalis-Dominanz: Carpinus betulus, Acer-Arten, Ulmus glabra, Tilia cordata et platyphyllos, Sorbus domestica et torminalis. **S.:** Immergrüne Charakterarten wie Prunus laurocerasus, Ilex aquifolium, Daphne pontica, ferner Taxus baccata, Pyracantha coccinea, Ruscus hypoglossum. Anspruchsvolle Feuchtigkeits- und Stickstoffzeiger wie in anderen Schluchtwäldern (über 70): Hedera helix, Salvia glutinosa, Scrophularia umbrosa, Stachys sylvatica, Digitalis ferruginea. Viele kolchische Fagion-Arten u. a.: Teucrium cuneifolium, Primula vulgaris, Cyclamen ibericum, Hypericum calycinum.

3. Südeuxinische Zwergstrauchheiden

In der Balkaneichen-Zerreichen-Zone fehlt Calluna weitgehend, die nur im Strandza-Gebirge großflächig auftritt. Südeuxinische Heiden sind reich an Cistus incanus ssp. creticus, C. salviifolius, Genista carinalis und Teucrium polium, also wärmeliebenden (sub-)mediterranen Elementen. Teilweise Erica verticillata (manipuliflora), Erica arborea, Osyris alba. Ähnliche Einheiten in Westfrankreich und Nordportugal (Tüxen-Oberdorfer 58). Das Zusammentreffen von mitteleuropäisch-atlantischen und mediterran-kolchischen Arten ergibt die besondere Eigenart.

H. Mösische Gebirgsnadelwaldzone

I. Montane und subalpine endemische Föhrenwälder

(Pinion peucis)

Während in den sommerfeuchten Nord-Dinariden Fichte oder Buche die Waldgrenze bilden, bauen im Übergangsbereich von Abies alba-cephalonica (Pindus, Perister, Prokletje, Pirin) trockenresistente Föhren eine subalpine, speziell südosteuropäische Stufe aus endemischen Tertiärrelikten (Pinus peuce et leucodermis) auf.

1. Molikaföhrenwald (Pinetum peucis, Abb. 212)

a) Molikaföhre (Pinus peuce)

Das Tertiärrelikt hat auf der Balkan-Halbinsel die Eiszeit, aber in wesentlich tieferen Lagen als heute, überdauert. In den Balkanländern besiedelt die zirbenähnliche, nicht besonders trockenresistente Molikaföhre als typische ökologische Nische den sommertrockenen Südsaum klimazonaler Silikat-Fichtenwälder oder sie bildet in höheren Gebirgen (Pirin, Prokletje) über dem subalpin gedrückten Fichtenwald vorwiegend auf Silikat eine schmale (50–200 m), hochsubalpine, klimazonale Nadelwaldstufe (Janković 60); konkurrenzbedingt durch Buche, Tanne und Fichte in die höchsten Lagen abgedrängt. Nur an felsig-blockigen Steilhängen steigt der Pionier vereinzelt bis in die Tallagen herab und gedeiht wuchskräftig (30–40 m) im montanen Bergmischwald (Abb. 210), wo er von den Schlußbaumarten nicht oder nur langsam überwachsen wird. Anthropogene Brandflächen-Vorwälder sind kennartenarme, gleichalterige Molika-Föhren-Bestände in tieferen Lagen (Fichten-Klimaxwaldgebiet). Verbreitung: Pirin, Rila, Rhodopen (11 600 ha). Die ausgedehnten Pinus peuce-Bestände (1200–2000 m) im südmakedonischen Nationalpark Perister stocken überwiegend auf Buchenwaldstandorten (mit Tanne) nach großflächiger Waldexploitation (EM 70), wobei von zonalen subalpinen Vorkommen aus (2000–2200 m) die montane Invasion erfolgte (Abb. 212).

b) Molikaföhrenwald in Montenegro und Mazedonien

Im montenegrinischen Prokletje (Blečić-Tatić 57) bilden Molikawälder auf Silikat eine schmale Waldgrenzenstufe (1800–2000 m) (auch auf Kalk; Šar Planina; Janković-Bogojević 62); Albanien (Markgraf 31; 1700–2100 m); Nationalpark Perister (EM 62; 1500 ha) auf Silikat (1600–2100 m). **B.:** Pinus peuce-Dominanz, Letharia vulpina, wie an Zirbe und Lärche; Tanne, Fichte; Buche oder Acer heldreichii seltener beigemischt. **K.:** Juniperus communis, Vaccinium myrtillus, Veronica officinalis, Festuca heterophylla, Galium rotundifolium, ferner Laubwaldarten: Anemone nemorosa, Euphorbia amygdaloides, Myosotis sylvatica; **CA.:** Pinion peucis (Horvat 50): Crocus veluchensis, Primula veris, Thymus balcanus, Geranium macrorrhizum, Geum bulgaricum, Senecio rupestris. Silikat-Gesellschaften: Wulfenio carianthiacae-Pinetum peucis (Blečić-Tatić 57; Prokletje); Pinetum peucis typicum (Metohija, Janković 59); Gentiano luteae-Pinetum peucis (EM 60); Digitali viridiflorae-Pinetum peucis (EM 60, Perister). Potentillo vernae-Pinetum peucis (Janković 59) auf Kalk besitzt keinen Piceetalia-Charakter mehr (Pinus heldreichii, Pinus mugo).

c) Pinus peuce-Wald in Bulgarien

Am Zentral-Balkan (Müller 29, Penev 63) haben sich Pinus peuce-Picea abies-Mischbestände großflächig (1650/1700 m bis 1850 m) an sehr steilen, felsigen, nährstoffarmen Schatthängen

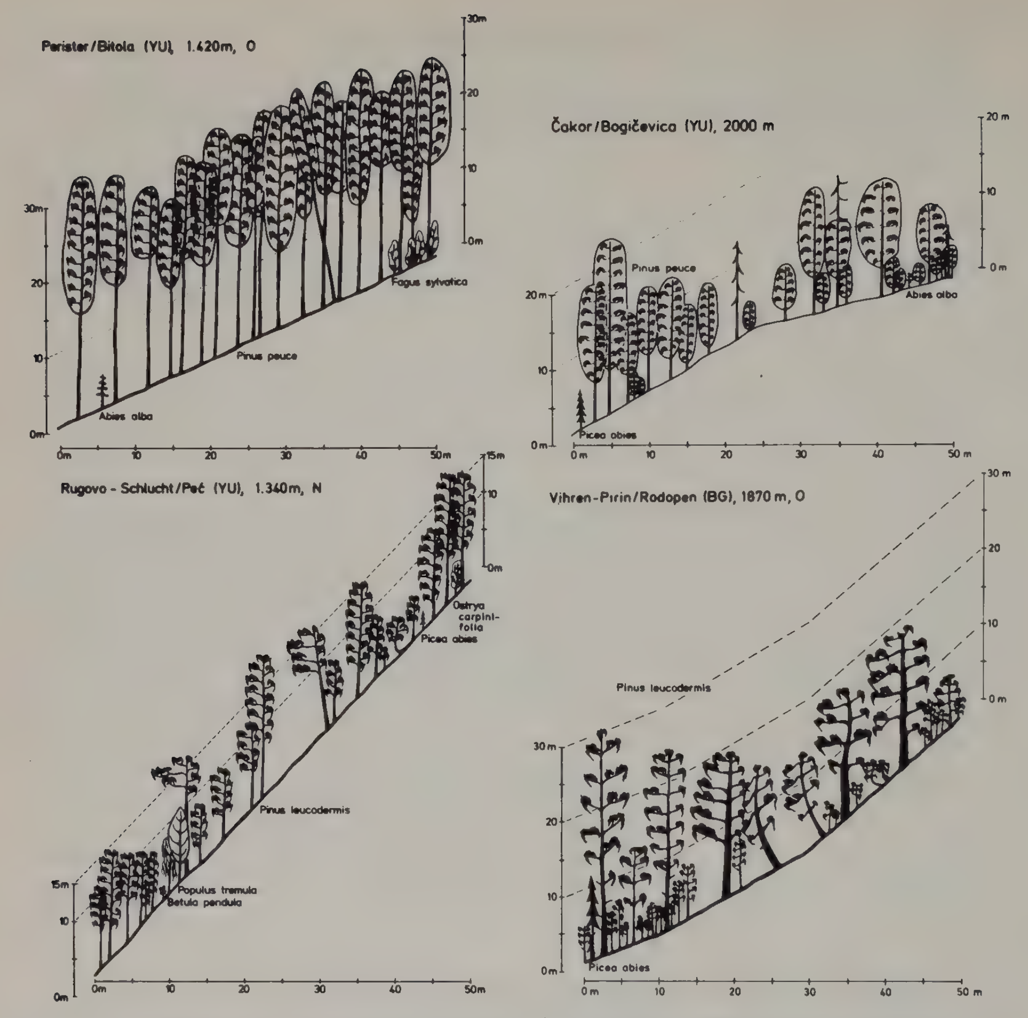


Abb. 212: Waldgesellschaften von Balkan-Endemiten. Čakor, subalpiner Waldgrenzenbestand von Pinus peuce. Sekundärer Pinus peuce-Bestand auf einem Buchenwaldstandort im Nationalpark Perister. Pinus leucodermis: Azonale Tieflagen-Dauergesellschaft (Rugovo), subalpiner Steilhangbestand (Pirin) mit guter Wuchsleistung am Unterhang.

erhalten (Penev-Georgiev 58), da Fichte im Wuchs gehemmt und die Podsolierung geringer ist. Im Pirin-Gebirge, dem größten zusammenhängenden Molika-Föhrenwaldgebiet, herrscht Pinus peuce unterhalb des Latschen-Buschwaldes (2000–2100 m) rein (1700–2000 m), darunter (1600–1700 m) Mischzone mit Picea abies (Rila-Gebirge) oder mit Pinus sylvestris. Im subalpinen Fichtenwald (1450–1600 m) wird auf frischeren durchschnittlichen Schlußwaldstandorten Pinus peuce rasch von Fichte überwachsen.

2. Panzerkiefernwald (Pinetum leucodermis, Abb. 212)

a) Panzerkiefer (Pinus leucodermis [heldreichii])

Die hellborkige Panzerkiefer ist in zentralen Gebirgen der Balkanhalbinsel verbreitet; Jugoslavien (Blečić-Tatić 60, Fukarek 60, Janković-Bogujević 62); Prenj- und Orjen-Gebirge,

Prokletje; Albanien (MARKGRAF 38); Pirin- und Rila-Gebirge; Griechenland (PAPAIOANNOU 57) Olymp und Pindus; Süditalien: Monte Pollino (Kalabrien), Avellino-Berge bei Neapel (FUKAREK-VIDAKOVIĆ 66, FUKAREK 60, 79).

Höhenverbreitung der Panzerkiefer

	Prenj-Gebirge	Pirin	Olymp	Monte Pollino
Untergrenze	900–1200 m Pinus nigra	1200–1400 m Pinus sylvestris	1000–1600 m Pinus nigra	1200–1400 m Fagus
Hauptareal	1200–1400 m ± rein	1400–1600 m Picea-Abies	1600–2200 m rein	1400–2000 m Fagus
Obergrenze	1400–1650 m Pinus mugo	1600–1800 m Pinus peuce	2200–2500 m «Legkiefer»	2000–2200 m rein

Die lichtbedürftige Reliktkiefer, vorwiegend auf Kalk (JANKOVIĆ 60), ersetzt die submontane Schwarzkiefer und wird montan und subalpin von der klimazonalen Schattbaumvegetation an Steilhänge, felsige Abbrüche, Geröllhalden und andere azonale Extremstandorte abgedrängt. Die stärker xerophile Pinus leucodermis geht weiter nach Süden als Pinus peuce und Fichte. Erst in Nordgriechenland (z. B. Olymp) treten neben azonalen Leucodermis-Wäldern auch klimazonale Waldgrenzenwälder auf. Die weniger konkurrenzkräftige Panzerkiefer wird deshalb ausgeprägter als Schwarz- und Waldkiefer auf tiefgründigen Schlußwaldstandorten durch Buche, Tanne, Fichte (lokal) und Pinus peuce abgelöst. Die geringwüchsige Pionierbaumart ist überwiegend kurzschaftig (10–20/25 m), abholzig und starkastig bei oft krüppeliger Ausformung. Eine mehrhundertjährige Panzerkiefer («Bajkuševa Mura») steht im Pirin-Gebirge.

b) Südjugoslawische Vorkommen

Der jahrtausendelange anthropogene Einfluß (Brand) weitete das natürliche Areal bis zur Pseudo-Gürtelbildung aus. **B.**: Pinus leucodermis; Kontaktbaumarten: Fagus, Abies, Pinus nigra. Bodenvegetation ähnlich wie beim Pinus peuce-Wald. **DA.**: Rhamnus fallax, Cerastium decalvans, Calamintha alpina. Einheiten: Polygalo croaticae-Pinetum heldreichii (BLEČIĆ 59), Fago-Pinetum leucodermis (JANKOVIC 58); Verbasco nicolai-Pinetum leucodermis (JANKOVIĆ 58); Bruckenthalio-Pinetum leucodermis (BLEČIĆ-TATIĆ 60) mit spezifischen Arten auf Serpentin: Chamaespartium sagittale, Stachys scardica, Bornmüllera dieckii. In aufgelockerten, hochmontanen Silikat-Steilhangbeständen (Pirin, Vihren) kommt es zu einmaligen Artenkombinationen (Stipa pennata, Leontopodium alpinum). Im Prenj-Gebirge (FUKAREK 66) kennzeichnen (Dolomit) ein lückiges Amphoricarpo neumayeri-Pinetum leucodermis auf extremen Felsstandorten Dianthus petraeus, Thesium auriculatum. Die Bestände sind von 900–1200 m mit Schwarzföhre gemischt, hochmontan (1400–1650 m) mit Bergföhre. Mit zunehmender Gründigkeit dringt Buche ein. Pinus leucodermis ist auf aufgelassenen Alpweiden eine typische Invasionsbaumart, ebenso auf Kahlschlägen im hochmontanen Buchenwaldgebiet; sekundäres Senecioni visianii-Pinetum leucodermis.

c) Griechische Vorkommen (MAYER 82)

In Nordgriechenland kommt die Panzerkiefer im Grammos-, Pindus-, Vermion- und Ali Botus-Gebirge vor (1350/1500–1900 m; PAPAIONNOU 57). Einen azonalen Daphne blagayana-Pinus leucodermis-Wald bei Metsovon-Smolikas (BARBÉRO-QUÉZEL 76) in 400–2000/2200 m kennzeichnen Buxus sempervirens, Peltaria emarginata, Minuartia baldacci, Betonica scardica, Genista sericea; ferner Vaccinium myrtillus, Lilium balcanium, Luzula luzulina, Sorbus mougeotti; nach

Kahlschlag Bornmüllera tymphaea. Am Olymp ist das vertikale Vorkommen am ausgedehntesten. Mittelmontan (1000–1600 m) haben extreme Dauergesellschaften Kontakt zu Pinus nigra-Wäldern mit Staehelina uniflosculosa; Panzerkiefer auf Dolomit auch in offenen Rasengesellschaften (Eryngio-Bromion). Im montanen Abies borisii-regis-Fagus moesiaca-Wald ist Panzerkiefer auf azonale, kleinflächige Extremstandorte beschränkt. Hochmontan-subalpin (1600–2200 m) folgt eine gut ausgeprägte, reine Panzerkiefernwaldzone, montan teilweise mit geschlossenen, gut gestuften und wüchsigen Hangbeständen (20–25/30 m, 1–2 m Ø). Darüber (2200–2500 m) noch eine pseudoalpine Waldgrenzenstufe mit vielfach Legföhren-ähnlicher Ausbildung von Pinus leucodermis.

II. Hochmontane und subalpine Balkan-Fichtenwaldstufe

(Vaccinio-Piceion)

Waldgeschichte: Schon spätglazial ist Fichte in Slowenien nachweisbar (Sercelj 63), in Serbien erst seit der Vorwärmezeit. Nach atlantischer Massenverbreitung und einem subborealen Rückgang werden im Subatlantikum wieder höhere Pollenwerte erreicht. Der allmähliche postglaziale Rückzug in höhere Lagen wurde durch anthropo-zoogene Faktoren verstärkt.

Subalpiner Standort: Das Klima der natürlichen Fichtenwälder ist kühl (3–5° C, nur Juli frostfrei), schneereich (4–5 Monate Schnee) und mit nur ausnahmsweise so hohen Niederschlägen wie im illyrischen Buchengebiet (Slowenien 1500–1700 mm, Šar Planina 1290 mm, Kopaonik 700–800 mm). Bei (sub-)mediterraner Niederschlagsverteilung, Maxima im Frühjahr und Herbst, verlagert sich gegen Osten das Niederschlagsmaximum in den Sommer, der nirgends trocken ist. Rohhumus-Podsole bis Moder-Braunerden begünstigen azidophile Arten und Moose. In den Dinariden entsteht Fichten-Dominanz nur unter extremen Lebensbedingungen, z. B. extrazonal in Kaltluftdolinen. Nur im alpennahen NW-Slowenien reichen Fichtenwälder mitteleuropäischer Prägung bis in die montane Stufe herab; Adenostylo glabrae-Piceetum (Wraber 56) auf Kalk, 1250–1650 m, in den Julischen Alpen oder Luzulo sylvaticae-Piceetum auf Silikat, 1200 m in der Pohorje. Erst im südöstlichen kontinentalen Balkan entsteht wieder eine subalpine Fichtenwaldstufe. Die zentralbalkanischen Fichtenwälder sind an charakteristischen Fichtenwaldarten stark verarmt; Picea abies, Vaccinium myrtillus und Luzula sylvatica sind verbindende Elemente. Geographische Trennart gegenüber den Alpen ist Aremonia agrimonioides (Jahn 77, Aremonio-Piceion, Abb. 210).

1. Mösischer Kalk-Fichtenwald in Montenegro (Abb. 209)

In Kroatien, Bosnien und Herzegovina treten nur azonale Kaltluftdolinen-Fichtenwälder auf. Erst im stärker gebirgigen Montenegro kommen klimazonale Fichtenwälder bei kontinentalerem Klima vor. Im Ljubišnja-Gebirge (Blečič 57) sind hochmontan-subalpinen Fichtenwäldern (1100–1900 m) nur Sorbus aucuparia et mougeotti beigemischt. Artenreiche Bodenvegetation wie in den Alpen: Gentiana asclepiadea, Geranium sylvaticum, Lonicera nigra et alpigena. Einzige südosteuropäische Differentialart: Laserpitium marginatum. . Dominant: Vaccinium myrtillus, Luzula sylvatica, Homogyne alpina, ferner Aremonia agrimonioides, Laserpitium krapfii.

Aceri heldreichii (visianii)-Piceetum subalpinum (Stefanović 70)

Im Jahorina-Gebiet (1400–1700 m) werden Kalk und Werfener Schichten von wüchsigen, subalpinen Fichtenbeständen (25–30 m) mit Ahorn-Beimischung (20 m) an frischen, schneereichen Schattseiten bestockt. Subalpine Arten: Salix silesiaca, Sorbus chamaemespilus, Lonicera borbasiana, Homogyne alpina, Valeriana montana, Athyrium distentifolium, reichlich Vaccinien und Moose. Die Übergangs-Gesellschaft ersetzt das subalpine Aceri-Fagetum bei Ausbildung einer Fichtenwaldstufe (Abb. 204).

2. Fichten-Bergwälder in Serbien und Bulgarien (Abb. 210)

Gegen den kontinentalen Osten wird mit reduzierter Konkurrenzkraft der Buche die Fichte immer konkurrenzkräftiger. Im Rila- und Pirin-Gebirge, in den Rhodopen (Pamporovo) und kleinflächiger auf dem Balkan (Stara Planina, Vitoša) existiert eine ausgedehnte Fichtenwaldstufe, besonders typisch auf Silikat (1450–1850/2000 m). Die Fichtenwälder wurden in vielen von ADAMOVIĆ (29) untersuchten Gebirgen durch Ausplünderung dezimiert (GREBENŠČIKOV 50).

Kalk-Fichtenwald (JOVANOVIĆ 55) auf der Suva-Planina (1650–1800 m) mit Calamagrostis arundinacea und Selaginella helvetica ähnlich wie in Montenegro (BLEČIĆ 57). Vergleichbar auf Kalk (Kapaonik) die von MIŠIĆ-POPOVIĆ (60) beschriebenen Einheiten; Arctostaphylo-Piceetum (auf Kalk), Vaccinio-Junipero-Piceetum subalpinum (subalpine Strauchgesellschaft auf Granit und Kalk).

Serpentin-Schneeheide-Tannen-Fichtenwald (Erico-Abieti-Piceetum serpentinicum; MIŠIĆ-POPOVIĆ 60). Nur wenige xeromorphe Arten: Erica carnea, Thymus montanus, Thlaspi montanum. Vaccinium myrtillus, Luzula sylvatica, Dicranum scoparium und Säurezeiger gedeihen ebenso gut wie auf Granit. **Bulgarische Silikat-Fichtenwälder** mit Vaccinium myrtillus sind zwischen 1600–1900 m (Rila 2100 m) verbreitet. Südgrenze im griechischen Urwald Zangradenia in den Kentriki-Rhodopen; 1600–1800 m, wobei die Fichte hochmontan noch erstaunliche Wuchsleistungen (30–40 m) erreicht.

3. Fichtenwald an der südlichen Arealgrenze

(Makedonien-Albanien)

Die Fichtenwald-Südgrenze liegt in Makedonien im Rudoka-Šar-Gebirge (1400–2100 m; 340 ha); in tieferen Lagen mit Tanne angereichert. Über 1800 m finden sich noch kaum geschlossene Bestände durch Waldweide mit Vernichtung der Fichten-Verjüngung. Die mittelwüchsige Fichte (30 m) ist nur noch an typischen Schattseiten und bei feuchterem Lokalklima konkurrenzkräftig. In Albanien gibt es keine typischen Piceeten mehr (MARKGRAF 32). Die südlichsten Fichten stocken im Quellgebiet des Shija auf feuchtem Standort im Buchen-Tannenwald. Absolute Südgrenze in der Caf-Kadis-Schlucht in Makedonien, in der Slavjanka und im nordgriechischen Kentriki-Urwald nördlich von Kavalla.

4. Waldgrenze

In Südosteuropa wird sie von verschiedensten Waldgesellschaften gebildet (Dinariden, FUKAREK 70): Subalpiner Buchenwald, Bergahorn-Buchenwald, subalpiner Fichtenwald, Panzerkiefernwald, Molikaföhren-Wald, subalpiner Schwarz- und Waldkiefernwald, in den Karpaten noch Zirben-Fichtenwald (Pino cembrae-Piceetum). Auch im Südosten ist die Waldgrenze meist um 200–400 m, lokal bis 600 m herabgedrückt.

III. Subalpine (mösische und illyrische) Krummholzgebüsche

Typischer Klimacharakter: kurze Vegetationszeit, Waldgrenze bei 100 Tagen über 5° C, Jahrestemperatur 0–2° C, nur 2 Monate Vegetationsperiode, Bodenfröste auch im Juli, ganzjährig niederschlagsreich, 1000–3648 mm Niederschlag, rund 200 Tage Schneedecke. Sehr langsame Bodenbildung (Rendzina, Ranker). Durch relative geringe Mächtigkeit der Feinerdedecken infolge fehlender Vergletscherung wird die Legföhre begünstigt. Der Krummholzgürtel wurde nach parkartiger Auflösung des Waldes durch Brand und Weide vergrößert.

1. Legföhrengebüsch an der Baumgrenze (Pinetum mugi)

Die Latsche besiedelt relativ trockene, flachgründige, durchlässige Kalkböden. Selbst im niederschlagsreichen Illyrien bilden Pinus mugo-Gebüsche die klimazonale Vegetation in einem 100–200 m breiten Gürtel oberhalb der letzten Baumkrüppel. Azonal werden tiefer extreme Schuttstandorte und anthropogene Degradierungsstadien besiedelt. **S.:** Pinus mugo-Dominanz mit strauchreichem Unterwuchs: Sorbus aucuparia, S. chamaemespilus, Rosa pendulina, Lonicera nigra, alpigena et coerulea, Juniperus nana, nur teilweise Rhododendron hirsutum, Salix retusa, Alnus viridis. **CA.:** Veratrum album, Polygonatum verticillatum, Saxifraga rotundifolia, Cicerbita alpina, Adenostyles alliariae, ferner Vaccinium myrtillus, Luzula sylvatica. Die Inhomogenität erklärt sich durch unterschiedliche Entstehung der zonalen (über der Waldgrenze) oder azonalen (Blocksiedlung) Vorkommen. Weiter verbreitet als subalpine Fichtenwälder ist das Areal des Legföhrenbuschwaldes stark zerstückelt. Slowenien (Tregubov et al. 57), Kroatien (Horvat 38/63), Bosnien (Fukarek 58), Montenegro (Blečić 58), Serbien (Jovanović 55), Makedonien (Em 62), Bulgarien (Gančev 61); vereinzelt in Griechenland und Albanien. Von Norden nach Süden steigt die Obergrenze deutlich an; Slowenien (1550–1750 m), Bosnien (1600–1950 m), Montenegro (1500–2250 m), Rila-Gebirge (1900–2500 m).

2. Grünerlengebüsch (Salici silesiacae-Alnetum viridis)

Die azonale Einheit besiedelt nachhaltig frisch-feuchte Schatthänge und Mulden mit tiefgründigen Silikatböden; geographische Rasse des Alnetum viridis (Arealschwerpunkt in den Alpen) von Kroatien bis Bulgarien. Auf der serbischen Stara Planina (Colić-Mišić-Popović 63) kennzeichnen Picea abies, Acer heldreichii ssp. visianii. **K.:** Vaccinium myrtillus et vitis-idaea, Bruckenthalia spiculifolia; Ligusticum mutellina, Veratrum album, Crepis paludosa, Ranunculus platanifolius, Adenostyles alliariae, Telekia speciosa. **M.:** Marchantia polymorpha, Pellia epiphylla, Mnium undulatum. **DA.** zu alpinen Vorkommen: Salix silesiaca, Geum coccineum, Acer heldreichii, Doronicum columnae ssp. visianii, Lilium carniolicum, Fagus moesiaca. Im Grundgefüge stimmen alpine und balkanische Grünerlen-Gebüsche durch reichlich Hochstauden überein.

Hochstaudenfluren. An der Grenze zwischen Grünerlen- und Legföhrengebüsch siedelt das Weidengesträuch (Salicetum appendiculatae) an schneereichen Dolinenrändern. Alpendost-Gemswurzflur (Adenostylo alliariae-Doronicetum austriacae f. croatici) in kleinen Karstdolinen. Zwischen dem Legföhrengebüsch am Rišnjak (Carduo carduelis-Aconitetum napelli; Laserpitium archangelicum-Poa hybrida-Ass.; Centaureo montanae-Allietum victorialis).

3. Zwergstrauchheiden in der subalpinen Nadelwaldstufe

Auf der Balkanhalbinsel gibt es keine subalpine oder alpine Zwergstrauchstufe wie in den Alpen. Die breite vom Westen nach Osten zunehmende Legföhrenstufe, das weniger humide Klima und die subboreale Arealdezimierung verursachen den Rückgang der Zwergstrauchgesellschaften. Zwergstrauchgesellschaften sind bis zur potentiellen Waldgrenze mit Ausnahme kleinflächiger Blockstandorte durchwegs anthropo-zoogenen Ursprungs (Horvat et al. 74), Silikat-Zwergwacholderheide (Junipero nanae-Bruckenthalietum spiculifoliae). In Makedonien und Bulgarien breiten sich nach Auflösung des subalpinen Silikat-Fichtenwaldes Bruckenthalia spiculifolia, Nardus stricta, Rhododendron ferrugineum (sehr selten), Wacholder und Preiselbeere aus, während Vaccinium myrtillus, von Vieh und Wild stark angenommen, verschwindet. Die heterogenen sekundären Gesellschaften erinnern physiognomisch an primäre alpine Zwergstrauchheiden; azidophile subalpine Krähenbeerenheide (Empetro nigri-Vaccinietum uliginosi). In Illyrien ist die kalkholde Alpenrosen-Zwergwacholderheide (Rhododendro hirsuti-Juniperetum nanae) alpinen Gesellschaften noch am ähnlichsten; auf windexponierten Kuppen Alpenrosen-Preiselbeerheide (Rhododendro hirsuti-Vaccinietum vitis-idaeae). Juniperetum nanae im Dinarischen Karst an windausgesetzten Kuppen, Waldrändern und auf beweideten Hängen, lokal

vergesellschaftet mit Genista radiata, in Weiderasen und auf subalpinen Buchenwaldstandorten (Biokovo 1500–1700 m). Auf Almrodungsflächen stellt sich Juniperus nana als Waldpionier für Bergkiefern-Initialbestockungen ein.

I. Dazisch-karpatische Buchenwaldzone (Fagion dacicium s. l.; unter Mitwirkung von N. Doniţă)

Charakterisierung des Gebietes (Abb. 213, 214)

Durch das ozeanisch getönte Karpaten-Klima dringen zentraleuropäische Eichen-Hainbuchen- und Buchenwälder ziemlich weit nach Osten in den Aceri-Quercion-Raum vor. Das Fagion dacicum umfaßt die Südkarpaten, das Bihar-Gebirge und die Ostkarpaten. In den Ost- und Südkarpaten und im transsylvanischen Innenbecken wird die Flora immer reicher an südlichen und endemischen Arten; fast 80%. Mehr als 5% der Arten sind dazisch-ostbalkanisch. Etwa jede vierte Art kommt in Mitteleuropa nur sporadisch oder gar nicht vor. Am stärksten macht sich dieser Einfluß in den Eichen- und Buchenwäldern sowie in der waldfreien subalpinen und alpinen Stufe, weniger in der Fichtenwaldstufe bemerkbar. Durch starkes Florengefälle fehlen die meisten dazischen Arten in den anschließenden Westkarpaten. Karpatische Arten differenzieren aber gegenüber den mitteleuropäischen Sudeten so stark, daß die Westkarpaten als verarmtes Übergangsgebiet noch dem Fagion dacicum-Gebiet angeschlossen werden (carpaticum).

Höhenstufenklima in den rumänischen Südkarpaten (Doniţă et al. 80, Chiriţă et al. 81)

Höhenstufe		Temperatur °C Jahr	I	VII	Vegetationstage	Niederschlag mm Jahr	IV–IX
Eichensteppenwald	50– 150 m	11,0	−2,5	21,5	205	500	275
Balkaneichenwald	150– 300 m	10,5	−2,5	20,0	195	650	350
Traubeneichen-, Zerreichen- bzw. Hainbuchenwald	300– 600 m	9,0	−2,0	19,0	180	750	450
Buchenmischwald	600–1450 m	5,7	−4,5	14,8	140	1025	600
Fichtenwald	1450–1850 m	2,1	−5,2	12,5	105	1225	775
Legföhrengebüsch	1850–2200 m	0,6	−5,6	11,0	80	1300	800

Sonderstellung des Fagion dacicum (Soó 64)

Die Fagion-Gesellschaften der Ost- und Südkarpaten zeichnen sich durch gebietstreue «dazische» und illyrische (übergreifende) Verbandskennarten aus: Campanula abietina, Dentaria glandulosa, Symphytum cordatum, Pulmonaria rubra, Ranunculus carpaticus, Melampyrum bihariense, Aconitum moldavicum, A. toxicum, Silene heuffeli, Waldsteinia ternata ssp. trifolia, Primula leucophylla, Crocus heuffelianus. Illyrische Differentialarten: Festuca drymeia, Aremonia agrimonioides, Tamus communis, Erythronium dens-canis, Lathyrus venetus. Ferner Quercetea pubescenti-petraeae-Arten: Lathyrus niger, Quercus petraea ssp. dalechampii, Cornus mas, Campanula persicifolia, Potentilla micrantha. Regional ergibt sich ein montanes Fagion dacicum und kollines Carpinion dacicum (Doniţă-Roman 76). Am Südwestrand der Karpaten werden die dazischen Arten selten oder fehlen, illyrische und südliche Arten nehmen zu: Fagus taurica, F. moesiaca, Corylus colurna, Quercus cerris, Chrysanthemum macrophyllum, Knautia drymeia, Paeonia banatica, Scopolia carniolica, Ruscus aculeatus. Sie kennzeichnen das Fagion banaticum (Boşcaiu 71).

Karpatisches (dazisches) Buchenwaldgebiet (Fagion carpaticum-dacicum)

Stufe	Waldgesellschaften
sub-alpin	PINETUM MUGI silicicolum – calcicolum Hieracio-Plagiothecio- – Chrysanthemo- – Polysticho- PICEETUM SUBALPINUM Pino cembrae- / Bruckenthalio- > Piceetum – Larici-Piceetum Alnetum viridis – Piceo-Aceretum
Übergang	Bruckenthalio- / Myrtillo- / Luzulo- – -FAGO-PICEETUM- / -PICEO-FAGETUM- – Chrysanthemo- / Calamagrostio-
montan	Saxifrago- – Galio- – Dentario- ABIETETUM Luzulo s.- – Pulmonario- – Calamagrostio- ABIETI-FAGETUM Luzulo l.- – Symphyto- – Cephalanthero- FAGETUM Pyrolo- – Equiseto- Abietetum – Taxo-Fagetum Bazzanio- / Sphagno- > Piceetum – Alnetum < incanae / glutinosae – Lunario-Aceretum – Aceri-Fraxinetum
sub-montan	LUZULO-QUERCO-FAGETUM – CARPINO-FAGETUM – CARICI-FAGETUM
kollin	Aceri tatarici-Quercet. pet. – Lithospermo-Quercet. pub. FESTUCO- / LUZULO- > QUERCETUM – LATHYRO- / MELAMPYRO- > CARPINETUM B. Alnetum glutinosae – Carici briz.-Quercetum roboris

feuchter ↕ trockener

saurer ⟷ basischer

Abb. 213: Waldgesellschaftskomplex in der kollinen, montanen und subalpinen Stufe des karpatischen (dazischen) Buchenwaldgebietes (Fagion carpaticum-dacicum).

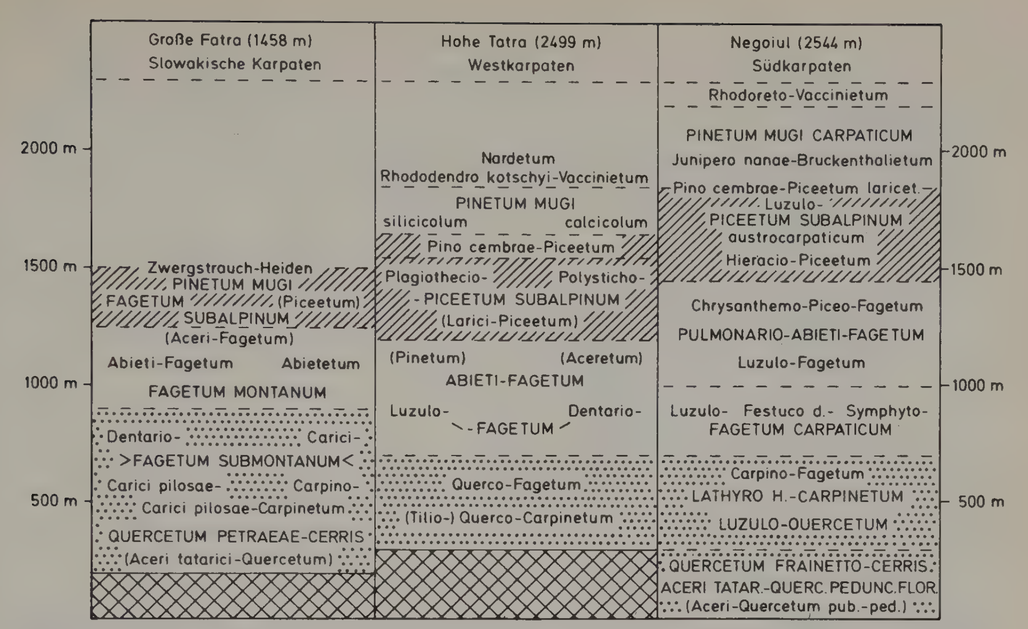


Abb. 214: Höhenprofile in den Karpaten. In den niedrigen subatlantischen slowakischen Karpaten ist die Buchenwaldstufe mächtig entwickelt, fast durchwegs bis zur Waldgrenze. Für die subkontinentalen Zentralkarpaten (Hohe Tatra) sind nadelbaumreiche, montane und subalpine Wälder charakteristisch, reliktisch auch Zirbe und Lärche. In den Südkarpaten steigen die Höhengrenzen an, vor allem der montanen buchenreichen Gesellschaften, so daß der subalpine Nadelwald eingeengt wird.

I. Dazischer Eichen-Hainbuchenwald (Carpinion dacicum)

Standort

Die dazischen Eichen-Hainbuchenwälder sind hauptsächlich im hügeligen transsylvanischen Innenbecken, ausgenommen zentrales reliefbedingtes Aceri-Quercion-Gebiet, aber auch im Ostkarpaten-Vorland (350–600 m) verbreitet (Borza 59, Coldea 75, Csürös-Csürös-Kaptalan 78, Danciu 74, Raţiu et al. 66).

Am Nordrand der Karpaten ersetzt das vikariierende Tilio-Carpinetum im Kontakt mit dem Buchenwald die Einheit. Bei kühlem (7–9° C) und relativ feuchtem (600–800 mm) Klima sind die schwach podsolierten Lehm-Braunerden zum Teil pseudovergleyt. Wahrscheinlich erst im Subboreal durch eine Verarmung des atlantischen Eichenmischwaldes entstanden, wurden diese Wälder stark durch Rodung zerstört. Die restlichen Niederwald-Bestände sind labil (Eichensterben).

1. Zonaler Eichen-Hainbuchenwald

a) Traubeneichen-Hainbuchenwald (Lathyro hallersteinii-Carpinetum)

Auf schwach geneigten Hängen bilden kleinflächig Quercus petraea ssp. petraeae aber auch ssp. dalechampii (z. T. Qu. robur) die wüchsige (35 m) Baumschicht; ferner Carpinus betulus (Prunus avium, Acer campestre, A. platanoides). S.: Crataegus monogyna, Corylus avellana, Ligustrum vulgare, Staphylea pinnata. CA.: Lathyrus niger, Aposeris foetida, Festuca drymeia, Melittis melissophyllum, Campanula persicifolia; bodensaure Luzula luzuloides-Variante.

b) **Stieleichen-Hainbuchenwald** (Melampyro bihariensis-Carpinetum, Coldea 75)

Auf feuchten Pseudogley-Parabraunerden (500–700 m, Mezöseg, Siebenbürgen) dominiert großflächig Quercus robur, auch Qu. petraea; in der südlichen Ausbildung Qu. cerris und Tilia tomentosa; im Nebenbestand Carpinus betulus, Tilia cordata, Fraxinus excelsior. Üppige Strauchschicht mit Rhamnus frangula, Viburnum opulus, Cornus mas, Acer tataricum. **CA.**: Vincetoxicum hirundinaria, Lychnis coronaria, Campanula persicifolia, Lathyrus niger, L. transsylvanicus, Helleborus odorus.

2. Bodensaurer Traubeneichenwald

a) **Hainsimsen-Traubeneichenwald** (Luzulo luzuloidis-Quercetum; Pop 71, Abb. 215)

Bodensaure Traubeneichenwälder sind im dazischen Eichen-Hainbuchenwaldgebiet auf ausgewaschenen, flachgründigen Silikat-Steilhängen und -Rücken anzutreffen. Zur dominierenden, mäßig wüchsigen (15–25 m) Quercus petraea (auch ssp. dalechampii und polycarpa) mischen sich Quercus robur, Carpinus betulus, Fagus sylvatica, Prunus avium. **S.**: Cytisus nigricans, Genista tinctoria, G. germanica, Cytisus leucotrichus, ferner Corylus avellana, Ligustrum vulgare; häufige Säurezeiger: Veronica officinalis, V. chamaedrys, Lathyrus niger, Vaccinium myrtillus, Viscaria vulgaris, Hieracium umbellatum, H. racemosum. Dazische Differentialarten: Melampyrum bihariense, Lathyrus hallersteinii, Galium pseudoaristatum; ferner Campanula persicifolia, Chrysanthemum corymbosum, Calamintha vulgaris. Kleinflächiger Heidelbeer-Traubeneichenwald auf Podsol-Böden.

b) **Bergschwingel-Traubeneichenwald** (Festuco drymeiae-Quercetum petraeae, Morariu et al. 70)

Auf sauren Braunerden steht die Einheit zwischen dem basenreichen Traubeneichen-Hainbuchenwald und dem bodensauren Hainsimsen-Traubeneichenwald. Unter Quercus petraea ssp. petraea et dalechampii (Fagus sylvatica) eine üppige Krautschicht: Luzula luzuloides, Carex pilosa, Veronica officinalis, Maianthemum bifolium, Melampyrum sylvaticum, ferner Dactylis polygama, Euphorbia amygdaloides, Melica uniflora, Stellaria holostea. Dazische CA.: Helleborus purpurascens, Crocus banaticus, Melampyrum bihariense (Fink 77).

Das osteuropäische **Potentillo albae-Quercetum** extrazonal und kleinflächig an der Obergrenze (600 m, Baradt-Gebirge): Quercus petraea, Carex montana, Luzula luzuloides, Maianthemum bifolium.

3. Extrazonaler thermophiler Eichenmischwald

a) **Eichen-Steppenwald des Transsylvanischen Beckens** (Aceri tatarici-Quercetum petraeae-roboris, Borza 31, Zólyómi 57)

Im Regenschatten des Bihar-Gebirges entsteht im charakteristischen Hügelgebiet eine reliefbedingte Waldsteppe. Steile Südhänge bedecken echte Steppenrasen mit Stipa stenophylla, S. pulcherrima, S. joannis, Carex humilis; viele kontinentale Arten. Auf mäßig geneigten Nordhängen mit mächtigen, ausgelaugten Tschernosemen stocken noch kleine Reste von niederwaldartigen Tatarenahorn-Stiel-Trauben-Eichenwäldern. Unterschicht: Acer tataricum, A. campestre, Pyrus communis, Malus sylvestris (Hainbuche). S.: Ligustrum vulgare, Prunus spinosa, Euonymus verrucosa, Viburnum lantana, Cornus mas, Staphylea pinnata, Cytisus nigricans. Krautschicht mit dominierenden Waldgräsern: Poa nemoralis, Dactylis polygama, ferner Stellaria holostea, Galium schultesii.

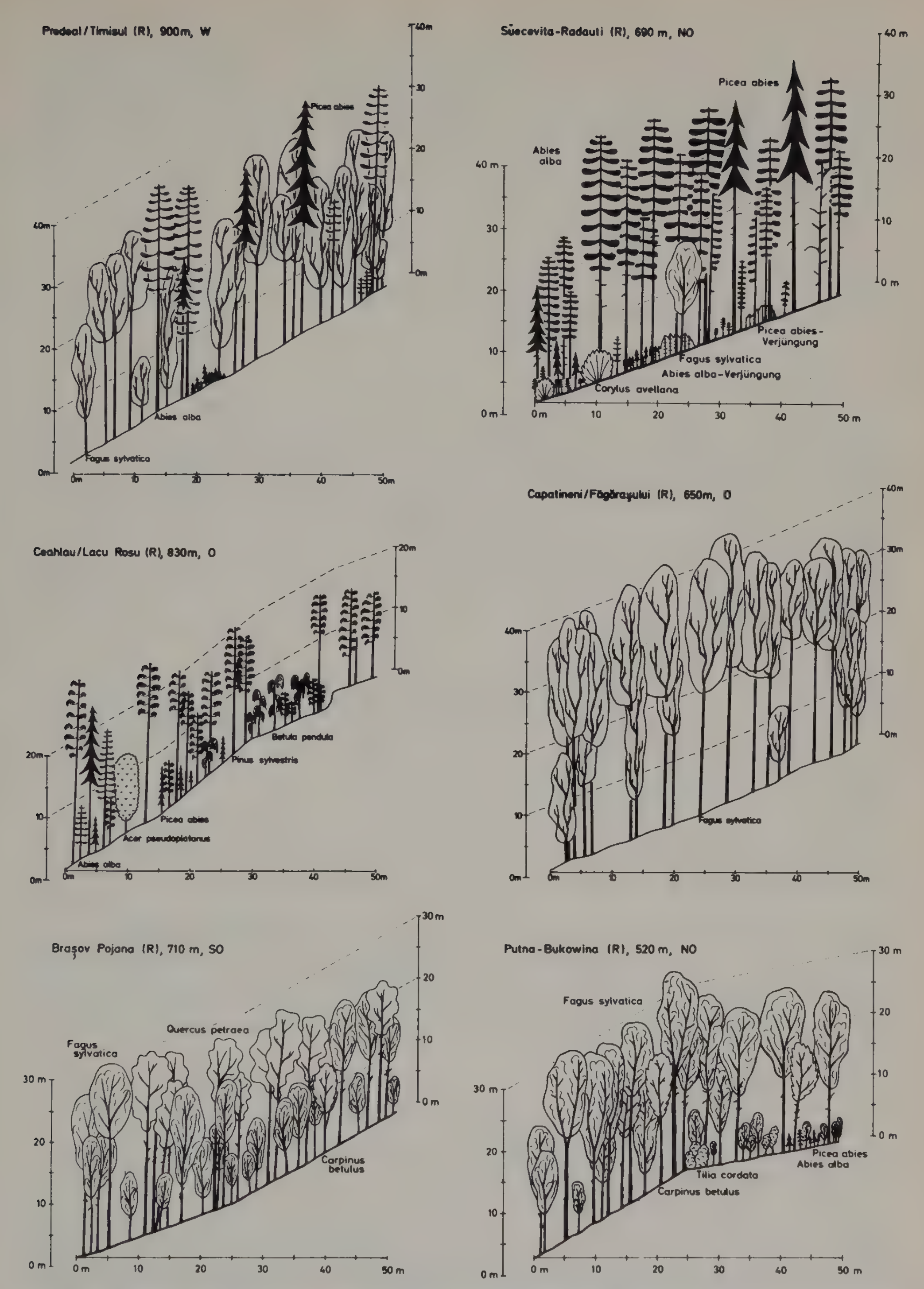


Abb. 215: Montane Wälder in den Ost- und Südkarpaten. Bodensaurer Luzula luzuloides-Fichten-Tannen-Buchenwald beim Predeal-Paß. Submontanes Abietetum bei Radauti am Karpaten-Ostrand. Tiefmontaner Zahnwurz-Buchenwald in den Fagarascher Alpen. Laserpitium-Waldkiefernwald bei Lacu Rosu. Hainbuchen-Buchenwald (Carpino-Fagetum) bei Putna-Bukowina. Luzulo-Querco-Fagetum bei Pojana.

b) **Flaumeichen-Buschwald** (Lithospermo-Quercetum pubescentis dacicum, Borza 59)

Kleinflächig auf steilen Südhängen mit flachgründigen Rendzina- oder Mergelböden. Buschähnliche Bestände mit Quercus pubescens, vereinzelt Qu. petraea ssp. polycarpa, Qu. robur, Acer campestre. Reichlich Sträucher: Cornus mas, Crataegus monogyna, Ligustrum vulgare, Euonymus verrucosa, Cytisus nigricans, C. hirsutum. Vielfältige Wald- und Rasenflora durch Lichtungen zwischen den Bäumen: Stipa pulcherrima, Dictamnus albus, Teucrium chamaedrys, Fragaria viridis, Cephalaria uralensis, Campanula sibirica, Adonis vernalis, Festuca rupicola. Flaumeichen-Buschwälder inselartig nur am Südrand (Cîmpia Transsilvaniei).

4. Azonale Laubmischwälder

a) Auenwälder

In der dacischen Eichen-Hainbuchenzone blieben vereinzelt Auwälder erhalten. Die Silberweiden-Pappelau (Salici-Populetum) in Flußnähe hat durch Rubus caesius mitteleuropäischen Charakter. Hartholzauwälder (Ulmo-Quercetum) existieren nur noch auf Inseln größerer Flüsse (Mures). Im kleinflächigen Bach-Schwarzerlen-Auwald (Aegopodio podagrariae-Alnetum, 300–700 m) ist Alnus glutinosa üppig entwickelt; beigemischt Salix fragilis, Fraxinus excelsior. **CA.**: Agrostis stolonifera, Carex remota, Equisetum arvense, Lysimachia vulgaris, Eupatorium cannabinum, Chrysosplenium alternifolium, Stachys sylvatica.

b) **Großeggen-Schwarzerlen-Bruchwald** (Carici elongatae-Alnetum)

Alnus glutinosa auf Stelzwurzeln bildet einen lockeren Bestand mit einigen Sträuchern: Rhamnus frangula, Viburnum opulus, Prunus padus. Reichlich Feuchtigkeitszeiger: Filipendula ulmaria, Caltha laeta, Crepis paludosa. Süd-ostdacische Trennarten: Peucedanum palustre, Carex caespitosa, Ligularia sibirica, Polemonium coeruleum (Danciu 74). Bruchwälder auf Gleyböden in den großen Niederungen des Alt- und Somesch-Flusses.

c) **Seegras-Stieleichenwald** (Carici brizoidis-Quercetum roboris, Ratiu-Gergely-Moldovan 77)

Auf nassen Gleyböden stocken Quercus robur (20 m), Quercus petraea (höhere Lagen), Carpinus betulus, Tilia platyphyllos und T. cordata, Pyrus communis; in tieferen Lagen Alnus glutinosa. S.: Prunus padus, Rhamnus frangula. Reichlich Feuchtezeiger: Carex brizoides, Glechoma hederacea, Lysimachia nummularia, Festuca gigantea, Pulmonaria montana, Lysimachia vulgaris, Polygonum hydropiper und Waldpflanzen: Geum urbanum, Scrophularia nodosa, Viola reichenbachiana.

II. Buchenwälder der Karpaten

(Fagion carpaticum-dacicum, Abb. 215, 216, 217)

Die randlichen Buchenwälder müssen vom Arealzentrum aus gegliedert werden, wobei die regionalen Verbände (Soó 64) vielfach nur geographische Rassen analoger Einheiten sind. Nach Matuszkiewicz (73) und Soó (64) ergeben sich soziologisch-ökologisch folgende Unterverbände mit deutlich differenzierten Gebietsassoziationen für den Karpatenraum: Eu-Fagion auf intermediärer Braunerde, Cephalanthero-Fagion auf Kalk-Standorten, Luzulo-Fagion auf bodensaurem Standort.

Nördliches Karpatenvorland	Westkarpaten	Ost- und Südkarpaten
Mercuriali-Fagetum	Carici-Fagetum	Seslerio r.-Fagetum
Melico-Fagetum	Dentario-Fagetum	Symphyto-Fagetum
Luzulo pilosae-Fagetum	Luzulo luzuloidis-Fagetum	Avenello-Fagetum

Höhendifferenzierung:

Submontan-tiefmontan: Buchenwald (Quercus petraea, Carpinus betulus)

Montan-hochmontan: Buchenwald, Buchen-Fichtenwald, Tannen-Buchenwald mit und ohne Fichte, Fichten-Tannenwald. Eine durchgehende Tannen-Buchenwaldstufe fehlt und reine Buchenwälder kommen nicht selten hochmontan-tiefsubalpin vor.

1. Braunerde-Buchenwald (Eu-Fagion, Abb. 213)

In den Karpaten treten auf frischen, nährstoffreichen Mull-Braunerden wüchsige, meist schichtungslose Buchenwälder mit gut entwickelter Krautschicht auf, darunter viele Frühjahrsblüher (Galanthus nivalis, Corydalis cava, Dentaria-Arten). Kennarten besonders reichlich: Galium odoratum, Lamiastrum galeobdolon, Mercurialis perennis, Actaea spicata, Sanicula europaea, Pulmonaria obscura. Reichlich Fagetalia-Arten: Paris quadrifolia, Melica nutans. Höhenausbildung mit Prenanthes purpurea, Lysimachia nemorum, Lonicera nigra, Rumex arifolius steht dem Fichten-Buchenwald nahe. Tieflagenausbildung (Carpinus betulus, Lathyrus vernus, Carex digitata, Hepatica nobilis, Stellaria holostea) leitet zum Eichen-Hainbuchenwald über.

a) Sub- bis tiefmontaner Hainbuchen-Buchenwald
(Carpino-Fagetum, Pauca 41, Soó 64)

In den wüchsigen (25–30 m) Mischbeständen der Tallagen neben Buche vereinzelt Quercus petraea, Fraxinus excelsior, Tilia cordata, Prunus avium, stet Carpinus betulus (Acer campestre). Viele Sträucher und Kennarten der Eichen-Hainbuchenwälder. Dacische Arten: Lathyrus hallersteinii, Festuca drymeia, Helleborus purpurascens, Melampyrum bihariense, Crocus heuffelianus, ferner Dentaria glandulosa, Symphytum cordatum, Hepatica nobilis, Carex pilosa (Purcelean 66).

Extrazonal submontan (300–550 m) an Sonnseiten geschützter Nordkarpatentäler auf Braunerden das kontinentale Tilio-Carpinetum (Kornaś 68); winterlindenreicher Stieleichen-Hainbuchenwald mit Buche, Tanne. **CA.:** Galium schultesii, Melampyrum nemorosum, Carex pilosa, Ranunculus cassubicus, trockenere Luzula luzuloides-Ausbildung.

b) Montaner Braunerde-Buchenwald (Dentario glandulosae-Fagetum der Westkarpaten, Matuszkiewicz 73; Symphyto cordatae-Fagetum der Ost- und Südkarpaten, Vida 63)

Die artenreiche, differenzierte Karpatenrasse des Asperulo-Fagion stellt den weit verbreiteten Haupttyp dar; 800–1150 m Tatra, 700–1200/1400 m Ost- und Südkarpaten; Bihar-Gebirge, Transsylvanien. Auf biologisch aktiven Braunerde-Hangstandorten stocken sehr wüchsige Buchenwälder; 200j. Buche, 30–35 m, 600–800 fm, Südkarpaten (Purcelean 66). **CA.:** Dentaria glandulosa, Symphytum cordatum, S. tuberosum, Polystichum braunii, lokal Dentaria enneaphyllos. Die südkarpatische Rasse trennen (z. B. Bucegi, Beldie 67, Piatra Mare, Buiculescu 75): Helleborus purpurascens, Silene heuffelii, Euphorbia carniolica, Arum orientale, Ranunculus carpaticus. Im montanen Kontakt mit Fichtenwäldern regelmäßige Tannen-Beimischung; Prenanthes purpurea, Luzula sylvatica, Lonicera nigra, Rosa pendulina und spärlich Hochstauden wie Adenostyles alliariae; Allium ursinum (nährstoffreiche Standorte) und Farn-Ausbildung (erhöhte

Bodenfeuchte). In den Ostbeskiden ein feuchter Buchenwald mit Lunaria. Verbreitung: Urwald Mionsi (SAMEK-JAVUREK 64), Tatra-Nationalpark (MYCZKOWSKI-LESIŃSKI 74), Ostslowakei (JURKO 75); Westtatra (KUBIČEK-JURKO 77) Petasites albus-Ausbildung. Das geringwüchsige, schwach bodensaure Poo chaixii-Abieti-Fagetum (SOMSAK 79) auf sehr schneereichen Rücken- und Plateau-Standorten der Westkarpaten (900–1200 m) und im slowakischen Erzgebirge bildet den Übergang zum Luzulo sylvaticae-Fagetum. Neben Poa chaixii und Luzula sylvatica reichlich Frühlingsgeophyten: Galanthus nivalis, Isopyrum thalictroides, Scilla bifolia und andere Fagetalia-Arten.

c) **Neunblättriger Zahnwurz-Buchenwald** (Dentario enneaphyllidi-Fagetum)

Eine vikariierende Braunerde-Buchengesellschaft wurde aus dem Krakauer Jura (SOKOŁOWSKI 28) und tannenreich aus dem Tatra-Nationalpark (MYCZKOWSKI-LESIŃSKI 74; 900–1250 m) beschrieben; Dentaria enneaphyllos ersetzt die ostkarpatische Dentaria glandulosa.

d) **Montaner Braunerde-Tannen-Buchenwald** (Pulmonario rubrae-Abieti-Fagetum, (VIDA 63, SOÓ 64)

Die großflächigen, montanen (800–1200 m), sehr wüchsigen (30–35 m) Mischbestände mit unterschiedlicher Beteiligung von Tanne und Buche kennzeichnen in den Ost- und Südkarpaten Dentaria glandulosa, Ranunculus carpaticus (VIDA 63, PURCELEAN 66, BUICULESCU 75). Durch typischen Baumartenwechsel können generationsweise Buche oder Tanne dominieren, z. B. Piatra Mare (Campanulo-Abietetum, BUICULESCU 75). Auf Flyschstandorten der Ostkarpaten mischt sich Fichte ein, wobei die Nadelbäume im montanen Fichten-Tannen-Buchenwald ausgezeichnete Wuchsleistungen erreichen (35–45/50 m; PAŞKOVSCHI-LEANDRU 58). Übergang zum Dentario-Abietetum mit Dentaria glandulosa, Circaea lutetiana, Taxus baccata in den Südkarpaten (PURCELEAN 66). Lokal mittelwüchsige (25 m) Variante mit Luzula luzuloides, Calamagrostis arundinacea, auf Felsen auch mit Spiraea ulmifolia (PURCELEAN 66), Übergang zum bodensauren Luzulo-Fagion, ebenso Campanula abietina-Ausbildung (BUICULESCU 75). Relativ tannenreiche Buchenwälder im Tatra-Nationalpark aber mit Polystichum aculeatum, Veronica montana, Cardamine trifolia, Dentaria enneaphyllos (teilweise), D. bulbifera.

e) **Montaner Fichten-Buchenwald** (Chrysanthemo rotundifolii-Piceo-Fagetum, SOÓ 64)

Beim Buchenwald- und Fichtenwaldkontakt (1200–1450 m) mischen sich Fagetalia-Querco-Fagetea- und Vaccinio-Piceetalia-Arten: Soldanella major, Homogyne alpina, Huperzia selago, Pyrola minor, Moneses uniflora; lokal (Südkarpaten, VIDA 63): Adenostyles alliariae, Athyrium distentifolium. Den Buchen-Fichten-Steilhangbeständen (BUICULESCU 75) sind gelegentlich Tanne und Bergahorn schwach beigemischt. **CA.**: Ranunculus carpaticus, Dentaria glandulosa, Symphytum cordatum, Campanula abietina, Silene heuffelii. Typische Arten: Rubus hirtus, Dryopteris filix-mas, Galium odoratum, Isopyrum thalictroides.

f) **Montaner Braunerde-Fichten-Tannenwald** (Galio rotundifolii-Abietetum tatricum, MATUSZKIEWICZ 73, Westkarpaten; Saxifrago cuneifoliae-Abieti-Piceetum, Süd- und Ostkarpaten)

Tannenreiche Wälder mit noch vielen Laubwaldarten stehen dem Fichtenwald sehr nahe. In den **Westkarpaten** (Tatra 700/1000–1280 m) kleinflächige Gesellschaft auf Kalk und Flysch, wie in den Alpen (BRAUN-BLANQUET 29) oder im Schwarzwald (OBERDORFER 57). Fichtenwald-Buchenwaldarten-Mischgefüge; Vaccinium myrtillus, Soldanella montana, Luzula luzulina, Homogyne alpina und Prenanthes purpurea, Lamiastrum galeobdolon, Circaea alpina. Kalkausbildung mit Rubus idaeus und Epilobium montanum (MYCZKOWSKI-LESIŃSKI 74). In den mittelmon-

tanen **Süd- und Ostkarpaten** (1000–1200 m) entwickelt sich auf Granit, Andesit und Gneis mit skelettreichen podsoligen Moder-Braunerden ein Saxifrago cuneifoliae-Abieti-Fagetum (Abb. 216). Fichte (25–32 m) dominiert, Tanne (Buche) ist beigemischt bis eingesprengt; Fichtenwaldarten: Lycopodium annotinum, Dryopteris dilatata, Calamagrostis villosa-Dominanz, Vaccinium myrtillus; Fagetalia-Arten: Dryopteris filix-mas, Aconitum moldavicum, Dentaria glandulosa; auf Kalk Polygonatum verticillatum, Prenanthes purpurea. Ausbildungen mit Calamagrostis arundinacea (tiefgründig, weniger steil), Vaccinium myrtillus (podsolig, frischer).

2. Kalk-Buchen- und Tannen-Mischwald

a) Tiefmontaner Kalk-Buchenwald (Cephalanthero-Fagetum)

Trockene, aufgelockerte Buchenwälder mit Mischlaubbaumarten und vielen kalkliebenden und subthermophilen Elementen an sonnseitigen, flachgründigen Rendzinen. **CA.:** Cephalanthera alba, C. rubra, Epipactis helleborine, Convallaria majalis, Vincetoxicum hirundinaria, Astragalus glycyphyllos, außerdem Eu-Fagion-Arten: Galium odoratum, Mercurialis perennis; viele Sträucher: Cornus mas, Viburnum lantana; **K.:** Cephalanthera longifolia, Cypredium calceolus, Campanula persicifolia, Lathyrus niger, Melittis melissophyllum; Lärchen-Variante (Abb. 216).

Carici-Fagetum mit Calamagrostis varia, Melittis melissophyllum kommt in den Pieninen, im Krakauer Jura und in der Ostslowakei (Jurko 75) tiefmontan (500–800 m) vor. **DA.:** Epipactis atrorubens, Cephalanthera longifolia, Campanula persicifolia, Calamintha vulgaris, Polygonatum odoratum; in der Ostslowakei: Vincetoxicum hirundinaria, Laserpitium latifolium. Analoger Tannen-Buchenwald (Jurko 75) mit Melica nutans, Galium schultesii. **Campanulo carpaticae-Fagetum:** Auf trockenen und exponierten Hang-Rendzinen stocken lockere, krüppelige Buchenbestände mit Sesleria varia, Anthericum ramosum, Pulsatilla vulgaris. **Seslerio rigidae-Fagetum** (Vida 63) der Südkarpaten.

b) Montaner Kalkbuchen-Mischwald (Calamagrostio variae-Piceo-Fagetum, Kubicek-Jurko 75)

Fichtenreicher Carex alba-Buchenwald mit wenig Tanne (700–1100 m). Kalkzeiger: Valeriana tripteris, Cephalanthera rubra und azidophile Fichtenwaldarten: Melampyrum sylvaticum, Vaccinium myrtillus mischen sich.

Heidelbeer-Kalkbuchenwald. Fichten-Buchen-Mischbestände (Tanne, Ahorn) an Steilhängen des Tatra-Nationalparks. Kalkzeiger: Valeriana tripteris, Calamagrostis varia, Clematis alpina, außerdem viele Fagetalia-Arten: Prenanthes purpurea, Mercurialis perennis, Epipactis helleborine, manche Moder-Rohhumuszeiger: Calamagrostis arundinacea, Vaccinium myrtillus, Maianthemum bifolium. Die Gesellschaft entspricht einem bodenfrischen Kalkbuchenwald mit natürlicher (künstlicher) Degradierung.

c) Eibensteilhangwald (Taxo-Fagetum, Abb. 221)

In den mittelslowakischen Wäldern (Harmanec, Korpel-Paule 76) liegt ein Zentrum des mitteleuropäischen Eibenvorkommens; allein 25 000 auf zwei Kleinflächen. Den stufigen Steilhangwäldern ist Tanne, Fichte, Bergahorn und Mehlbeere beigemischt. Mittelschichtige Eibe erreicht 16 (52) cm ∅ und 8 (17) m Höhe. Durch Wild ist die Verjüngung unzureichend, 80% der Eiben sind geschält. Das dealpine Fagetum mit Calamagrostis varia, Carex alba und Mercurialis perennis entspricht dem Taxo-Fagetum von Etter (47). Eibenwald von Kolomea (30000 auf 30 ha) in den Rodnaer Alpen. Im Tatra-Nationalpark besiedelt von 750–950 m die Eibe schattseitige Steilhänge. Im Wald von Banská Bistrica 300000 Eiben (Tschermak 49).

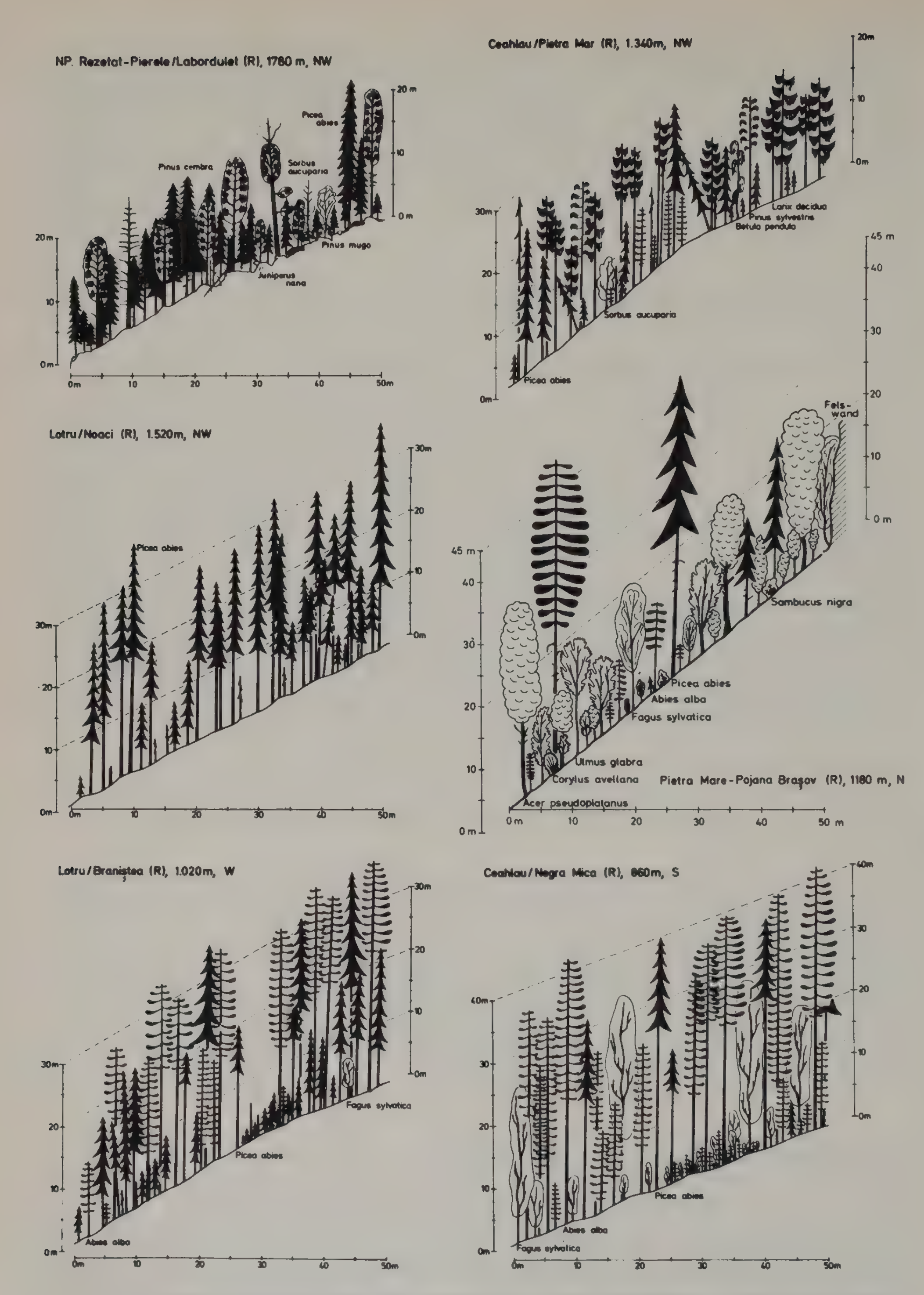


Abb. 216: Bergmischwälder in den Süd- und Ostkarpaten. Zirben-Fichtenwald im Nationalpark Rezetat. Reliktischer Lärchen-Fichtenwald am Ceahlau. Subalpiner Heidelbeer-Fichtenwald in Lotru. Montaner Fichten-Tannenwald mit Farnen in Lotru (1020 m). Farn-Petasites-Fichten-Tannenwald, Fagus-Variante; Negra mica. Hirschzungen-Fichten-Bergahornwald (Pojana).

d) Zahnwurz-Fichten-Tannenwald (Dentario glandulosae-Abietetum, Samek et al. 57)

Fichten-Tannen-Mischwälder mit ausgeprägtem Artenmosaik im Javorina-Tal/Hohe Tatra. Kalkzeiger: Valeriana tripteris, Lonicera xylosteum, Coeloglossum viride. Reichlich Laubwald-Arten: Dentaria glandulosa, D. bulbifera, Prenanthes purpurea, Sanicula europaea; wenige Nadelwaldelemente: Homogyne alpina, Luzula luzulina, Vaccinium myrtillus. Viele Feuchtigkeitszeiger: Oxalis (dominant), Petasites albus, Cicerbita alpina, Chaerophyllum hirsutum, Chrysanthemum rotundifolium.

3. Bodensaurer Buchenwald (Luzulo-Fagion)

Soó (64) unterscheidet ein submontanes Avenello- und ein montanes Blechno-Fagetum. Analog zu Mitteleuropa können in den Karpaten unterschieden werden: submontanes Luzulo-Querco-Fagetum, tiefmontanes Luzulo luzuloidis-Fagetum, montanes Luzulo sylvaticae-Fagetum und Luzulo-Abieti-Fagetum sowie hochmontanes Myrtillo-(Bruckenthalio-)Fagetum. Geologisch bedingt, nimmt das Luzulo-Fagion beträchtliche Flächen ein. In den Westkarpaten (Matuszkiewicz 73) charakterisieren bodensaure Buchenwälder: Vaccinium myrtillus, Avenella flexuosa, Polytrichum formosum, Dicranum scoparium, Hypnum cupressiforme, Dicranella heteromalla, Mnium hornum. Auch das artenarme dazische Avenello-Fagion (Soó 64) hat analoge azidophile Arten.

a) Submontaner bodensaurer Eichen-Buchenwald (Luzulo-Querco-Fagetum)

Die Ausbildung mit Traubeneichen-Beimischung und einigen Quercion-Arten (Melampyrum und Hieracium-Kleinarten) leitet zum kollinen Luzulo-Quercetum über; von den kleinen Karpaten und dem Karpaten-Vorland bis ins Bihar-Gebirge verbreitet.

b) Tief- bis mittelmontaner (Tannen-)Buchenwald (Luzulo luzuloidis-(Abieti-)Fagetum)

Zwischen 500–900 m (Südkarpaten 800–1200 m) kommt die sehr einheitliche Gesellschaft auf bodensauren frischen Moder-Hang-Braunerden vor (Abb. 215). Buche (20–25 m) dominiert, Fichte wechselnd beigemischt, Tanne sporadisch; Eberesche, Bergahorn. **DA.**: Prenanthes purpurea, Senecio fuchsii et nemorensis. Laubwaldarten: Poa nemoralis, Viola reichenbachiana, Dryopteris filix-mas, Atrichum undulatum. Begleiter: Oxalis acetosella, Hieracium sylvaticum, Maianthemum bifolium, Calamagrostis arundinacea, Hieracium transsylvanicum (Vida 63, Südkarpaten). Trockenes myrtilletosum mit Calluna, in tieferen Lagen Avenello-Fagetum. Feuchte, sehr wüchsige Farn-Ausbildung (Dryopteris carthusiana, Polygonatum verticillatum, Sambucus racemosa).

c) Hochmontaner-tiefsubalpiner bodensaurer Buchenwald (Luzulo luzuloidis-Fagetum)

In den Südkarpaten dringt das Luzulo-Fagetum myrtilletosum bis subalpin vor. Geringwüchsige (15–17 m) Bestände mit Dominanz von Vaccinium myrtillus, V. vitis-idaea, Calamagrostis arundinacea, Polytrichum formosum. Wie im Balkan auf flachgründigen, initialen Silikat-Standorten oder als Regressionsstadium tiefsubalpine krüppelige Bestände (15 m) mit Bruckenthalia spiculifolia (Vida 63, Purcelean 66).

Buchen-Fichten-Kontaktzone (Piceo-Fagetum luzuletosum bis Fago-Piceetum luzuletosum). Außerhalb des Tannenareals stocken im Buchen- und Fichtenwald-Kontaktgebiet auf sauren Böden labile Mischwälder mit vielen Säurezeigern: Vaccinium myrtillus, Calamagrostis villosa et arundinacea, Maianthemum bifolium, Luzula flavescens; Laubwaldarten fast fehlend (Dryopteris filix-mas, Athyrium filix-femina).

III. Azonaler montaner Nadelwald

1. Relikt-Blaugras-Kiefernwald

Seslerio variae-Pinetum: Im Tatra-Nationalpark (Myczkowski-Lesiński 74) ist montan (950–1100 m) der geringwüchsige Reliktkiefernwald an sehr steile sonnseitige Kalkstandorte gebunden. Kiefer dominiert, Sorbus aria, Acer pseudoplatanus, Juniperus communis, Cotoneaster integerrimus; sekundärer Pionier Fichte. **CA.:** Calamagrostis varia, Carex montana, Carex tatrorum, Cardus glaucus, Arctostaphylos uva-ursi et alpina. Nadelwaldarten (Vaccinium myrtillus et vitis-idaea), Trockenrasen- sowie Felsspaltenelemente (Bellidiastrum michelii, Primula auricula, Knautia kitaibelii, Hieracium bupleuroides) mischen sich an diesem Mosaikstandort. Westtatra auch Carex alba (Genista carpatica, Kubiček-Jurko 75). Im Slowakischen Erzgebirge (Jurko 75) differenzieren Carex humilis, Inula ensifolia, Anthericum ramosum.

Seslerio rigidae-Pinetum (Abb. 215): Auf wenigen Felsstandorten des Bihar-Gebirges und der Südkarpaten stocken lockere, geringwüchsige Föhrenbestände (Fagus sylvatica, Larix decidua, Betula verrucosa), lokal Sesleria rigida-Dominanz. Wald- und Rasenarten gemischt: Calamagrostis arundinacea, Hepatica nobilis, Helianthemum hirsutum, Galium erectum, Avenastrum decorum, Primula columnae.

2. Azonaler Fichten-Tannenwald

Tiefmontaner Wintergrün-Fichten-Tannenwald (Abieti-Piceetum montanum, Matuszkiewicz 73, Orthilio secundae-Abietetum). Die sehr fichtenreiche Gesellschaft der Karpaten (Sudeten) und Beskiden mit wechselndem Tannenanteil besiedelt tiefmontan (700–950 m) und kleinflächig schwere Silikat-Lehmböden, welche Buche meidet (Medwecka-Kornaś 55). Anthropogen bedingt dominiert Fichte nach Zerstörung des tannenreichen Bergmischwaldes. Spärliche Laubwaldarten, Mycelis muralis. Nadelwaldarten treten weniger als hochmontan hervor: Homogyne alpina, Plagiothecium undulatum, Rhytidiadelphus loreus. Manche montane Arten fehlen wie Athyrium alpestre, Streptopus amplexifolius. Die karpatische Rasse (Luzula luzulina, Soldanella montana) unterscheidet sich von der sudetischen durch Melampyrum sylvaticum.

Waldschachtelhalm-Fichten-Tannenwald (Equiseto sylvatici-Abietetum). Wie ostalpin an pseudovergleyte Unterhänge und Verebnungen gebunden mit Alnus incana, Caltha palustris, Crepis paludosa, Farne (Samek et al. 57).

IV. Azonaler Laubmischwald

1. Sub- bis tiefmontaner Laubmischwald (Jurko 75, Vida 63)

Aceri pseudoplatani-Carpinetum an frisch-feuchten Schucht- und Hangfuß-Standorten mit Buche; Glechoma hirsuta, Urtica dioica, Geranium robertianum. In den Südkarpaten tritt Fraxinus excelsior stärker hervor; Tilia cordata und Polystichum setiferum differenzieren.

Aceri pseudoplatani-Tilietum cordatae. Auf frisch-feuchten Hängen dominiert Winterlinde; Bergahorn, Feldulme (Traubeneiche, Hainbuche), Buche fehlt; Staphylea pinnata, Carex pilosa. Silikat-Felswald mit Corylus colurna in den Südkarpaten.

Cynancho-Tilietum platyphylli. Geschlossene Lindenbestände auf warm-trockenen Schuttböden (Campanula persicifolia, Trifolium medium, Cystopteris fragilis). Submontane Fraxinus excelsior-Gesellschaft mit thermophilen Laubwaldarten im Übergang zum Aceri-Quercion.

Tiefmontaner buchenreicher Schluchtwald (Aceri-Fraxinetum): In der Ostslowakei (Jurko 75) stocken auf feuchten schuttreichen Steilhängen Buchenwälder mit Esche (Bergahorn, Tanne); Mercurialis perennis, Alliaria petiolata, Impatiens noli-tangere, Dentaria glandulosa.

2. Montaner Bergahorn-Mischwald

Mondviolen-Waldgeißbart-Bergahornwald (Lunario-Aceretum). In den Westkarpaten und Beskiden (700–1300 m) tritt an steilen, schattigen Blockhängen Bergahorn mit Tanne (Fichte) und Buche auf (Samek 64). **CA.:** Lunaria rediviva, Aruncus dioicus, Phyllitis scolopendrium sehr selten (Westtatra-Orava, Kubiček-Jurko 75), in den Liptauer Bergen auch Adenostyles alliariae, Cicerbita alpina. Übrige Artengarnitur wie bei feuchteren Ausbildungen des Dentario-Fagetum (Circaea intermedia et lutetiana, Stachys sylvatica, Impatiens noli-tangere); Beskiden, Piatra Mare (Buiculescu 75).

Phyllitido-Aceretum. An analogen Standorten der Ost- und Südkarpaten stocken Fels-Bergahornwälder (Abb. 216) mit Acer pseudoplatanus, A. platanoides, A. campestre, Ulmus glabra, Fraxinus excelsior, Fagus sylvatica. **CA.:** Moehringia muscosa, Polystichum setiferum, Cystopteris fragilis, Lunaria rediviva. Durch viele dazische Arten (Dentaria glandulosa, Symphytum cordatum, Pulmonaria rubra) ist das Phyllitidi-«Fagetum» (Vida 63) eine ost- und südkarpatische Vikariante des Phyllitido-Aceretum.

Hochmontaner Fichten-Bergahornwald (Piceo-Aceretum). Im Tatra-Nationalpark stocken auf steilen, luftfeuchten Standorten stark verarmte Fichten-Bergahorn-Steilhang-Schutzwälder mit Dryopteris filix-mas, Actaea spicata, Paris quadrifolia, Lilium martagon; nur ausnahmsweise Lunaria oder Aruncus. In bodensauren Ausbildungen: Veratrum lobelianum, Valeriana sambucifolia, Cicerbita alpina, Petasites albus. Auf Kalkstandorten: Pulmonaria obscura, Delphinium elatum, Scabiosa lucida.

V. Montaner Auwald

1. Lawendel-Weidengebüsch (Myricaria germanica-Salix eleagnos-Gesellschaft).

Auf Kiesbänken der Westkarpaten kennzeichnen initiale Sukzessionsstadien auf grobkiesigen vergleyten Standorten: Tussilago farfara, Veronica beccabunga, Agrostis alba, sporadisch Waldpionier Alnus incana (Matuszkiewicz 73).

2. Grauerlen-Auwald (Alnetum incanae, Matuszkiewicz 73, Samek et al. 57, Myczkowski-Lesiński 74, Kubiček-Jurko 75)

Auf grobkörnigen, nährstoffreichen Alluvien der Gebirgsflüsse (submontan-montan, 400–900 m) treten zur dominierenden Alnus incana Prunus padus, Salix eleagnos et silesiaca. **CA.:** Chaerophyllum hirsutum, Thalictrum aquilegifolium, Crepis paludosa, Doronicum austriacum, Carduus personata, Astrantia major, Symphytum cordatum, Petasites kablikianus et hybridus, lokal Caltha laeta, Mateuccia struthiopteris, Chrysanthemum rotundifolium. Reifere fichtenreiche Ausbildung Tatra-Nationalpark (Samek et al. 57), Ostslowakei, (Jurko 75), Westkarpaten (Kubiček-Jurko 75) mit Caltha palustris, Equisetum sylvaticum, Carex remota, Filipendula ulmaria, Geranium phaeum. Südkarpatische Einheit (Purcelean 66) mit Fraxinus excelsior (Alnus glutinosa), Aegopodium podagraria, Petasites albus, Telekia speciosa, Listera ovata, tendiert zum Edellaubbaum-Mischwald.

3. Montaner Grauerlen-Unterhangwald (Caltho laetae-Alnetum incanae)

Der westkarpatische Grauerlenwald auf leicht versumpften Unterhang-Vernässungen steht zwischen dem Alnetum incanae und dem Circaeo-Alnetum. In der Baumschicht dominiert Alnus incana (Fraxinus excelsior, Acer pseudoplatanus), teilweise Alnus glutinosa beigemischt. **CA.:**

Caltha palustris, Scirpus sylvaticus, Equisetum sylvaticum, Glyceria plicata, Climacium dendroides.

4. Tiefmontaner Auwald

Salicetum albae (JURKO 75). Nur noch fragmentarische Reste in submontanen Tieflagen als streifenweise Uferbestockung; Phalaris arundinacea, Calystegia sepium, Symphytum officinale. **Aegopodio-Alnetum** steigt in den Ost- und Südkarpaten bis in die Buchenstufe (700 m), lokal Alnetum glutinosae-incanae. **Stellario-Alnetum glutinosae** in der Ostslowakei (JURKO 75) in engeren Waldtälern mit Solanum dulcamara, Lycopus europaeus, Lysimachia vulgaris.

VI. Dazisch-illyrisches Buchenwald-Übergangsgebiet

(Fagion banaticum)

Durch das allmähliche Zurücktreten dazischer Arten in den südwestlichen Südkarpaten (Godeanu- bis Almaj-Gebirge) und die Zunahme illyrischer Elemente entstehen besondere Traubeneichen-, Hainbuchen- und Buchenwälder, die als Unterverband dem Fagion dacicum zugerechnet werden (BOŞCAIU 71, SCHRÖTT 72).

1. Zonale Banatische Wälder

Eichen-Hainbuchenwald (Lathyro-Carpinetum banaticum) mit reichlich südlichen Arten wie Tilia tomentosa, Quercus cerris, Fraxinus ornus, Cornus mas, Asperula taurina, Helleborus odorus, Ruscus aculeatus; Übergang zum Querco-Carpinetum illyricum.

Hainbuchen-Buchenwald (Carpino-Fagetum banaticum), kollin bis submontan (200–750 m) mit manchen südlichen Arten: Fagus sylvatica var. moesiaca, F. taurica, auch F. orientalis, Ruscus hypoglossum, R. aculeatus, Daphne laureola, Helleborus odorus, Knautia drymeia, auch Fraxinus ornus.

Buchenwald (Aremonio agrimonioidis-Fagetum banatico-oltenicum), montan (800–1300 m). Neben selten auftretenden dacischen Arten (Dentaria glandulosa, Pulmonaria rubra, Campanula abietina) einige illyrische Arten: Festuca drymeia, Tamus communis.

Kalk-Buchenwald (Geranio macrorrhizi-Fagetum; Colurno-Fagetum banaticum). Auf feuchtem Kalkfels (350–1000 m) stockt ein schlechtwüchsiger Buchenwald (Fagus sylvatica, auch var. moesiaca, F. taurica) mit vielen südlichen Arten: Ruscus hypoglossum, R. aculeatus, Fraxinus ornus, Helleborus odorus, Knautia drymeia, Aremonia agrimonioides, Doronicum columnae. Oft auch Corylus colurna, Tilia platyphyllos, Carpinus orientalis.

Bodensaurer Buchenwald: Tiefmontan vereinzelt Avenello-Fagetum; hochmontan bis subalpin Blechno-Fagetum (HORVAT 50; Luzula luzuloides, Veronica officinalis).

2. Extrazonale Wälder

Zerreichen-Balkaneichenwald (Quercetum frainetto-cerris carpinetosum orientalis) an sonnseitigen Hanglagen, differenziert durch starke Beimischung von Carpinus orientalis.

Orienthainbuchen-Traubeneichenwald (Orno-Quercetum praemoesiacum, ROMAN 74) auf Sonnseiten mit Quercus dalechampii, Qu. polycarpa (Qu. virgiliana), Tilia tomentosa, Nebenbestand mit Fraxinus ornus, Carpinus orientalis: Südliche Arten in der Krautschicht: Lychnis coronaria, Lathyrus venetus, L. niger, Mirroides nodosa, Lithospermum purpurocaeruleum, Oryzopsis virescens, Crocus moesiacus.

Flaumeichenwald (Acantho longifolii-Quercetum pubescentis, JAKUCS 60; Echinopo banatici-Qu. p., BOŞCAIU 71; Oryzopsi holciformis-Carpinetum orientalis, JAKUCS 60; Cotino-Qu. p. ZÓLYOMI 57; Syringo-Carpinetum orientalis, JAKUCS 59). An sonnigen Steilhängen treten in den lockeren Buschwald-Beständen konstant Fraxinus ornus und Carpinus orientalis auf, gelegentlich Quercus dalechampii-polycarpa, Qu. virgiliana, Sorbus torminalis, S. domestica, Cornus mas, lokal auch Cotinus cogyggria. In der Krautschicht sowohl einige Waldarten (Lithospermum purpurocaeruleum, Bupleurum praealtum, Carex hallerana, Vincetoxicum hirundinaria, wie auch Trockenwiesenpflanzen (Phleum montanum, Achillea coarctata, Orlaya grandiflora, Chrysopogon gryllus).

3. Azonale Wälder

Außer dem Aegopodio-Alnetum an Bachufern, dem Salici-Populetum in Donauauen, noch Schlucht- und Hangwälder, z. B. Phyllitidi-Fagetum.

Zürgelbaum-Walnußbaumwald (Celto-Juglandetum, JOVANOVIĆ 57). Eine sehr baumartenreiche, interessante Gesellschaft: Celtis australis, Juglans regia, Quercus dalechampii, Tilia tomentosa, T. cordata, Carpinus betulus, C. orientalis, Fraxinus ornus, Prunus mahaleb, Ulmus minor, Acer pseudoplatanus; Strauch- und Krautschicht: Cornus mas, Cotinus coggygria, Rhamnus tinctoria, Ruscus hypoglossum, Syringa vulgaris, Campanula grossekii, Arum orientale, Chrysanthemum macrophyllum, Tamus communis, Lactuca quercina, Allium fuscum, Ferulago heuffelii.

VII. Hochmontan-subalpines Fichtenwaldgebiet der Karpaten

1. Charakterisierung des Fichtenwaldes (BORHIDI 71)

a) Ost- und Südkarpaten (Abb. 216)

Gegenüber alpinen und herzynischen Fichtenwäldern differenzieren vor allem dazische Trennarten (vgl. Fagion dacicum).

Karpatisch (West-, Ost- und Südkarpaten): Chrysanthemum rotundifolium, Dentaria glandulosa, Adenostyles alliariae ssp. kerneri;

Dazisch (Ost- und Südkarpaten): Aconitum moldavicum, A. toxicum, Melampyrum saxosum ssp. baumgartenianum, Pulmonaria filarskyana, Ranunculus carpaticus.

Dazisch (auch Ostbalkan): Bruckenthalia spiculifolia, Melandrium nemoralis, Moehringia pendula, Heracleum palmatum, Doronicum carpaticum, Campanula abietina.

Dazisch-illyrisch-Ostalpenrand: Soldanella hungarica, Cirsium waldsteinii, Euphorbia carniolica.

Über die Karpaten hinausgreifende Verbreitung: Hieracium transsylvanicum, Salix silesiaca (karpatisch-dazisch), Adenostyles orientalis, Telekia speciosa, Potentilla ternata, Phyteuma nanum, Festuca versicolor, Ribes petraeum var. carpaticum.

Systematisch stehen die Fichtenwälder der Ost- und Südkarpaten (Campanulo abietinae-Piceion, BORHIDI 71) den mösischen Piceeten (Balkan, Rhodopen) näher als jenen der Westkarpaten.

b) Westkarpaten (vgl. JAHN 77, Abb. 217)

Parallelen zur ostalpinen Gesellschaftsgliederung sind unverkennbar (MATUSZKIEWICZ 73, SAMEK 57, RANDUŠKA 80). Soziologisch haben die westkarpatischen Fichtenwälder Beziehung zu den Ostalpen, den Sudeten und den Ostkarpaten. Durch den gebirgigen Charakter sind sie

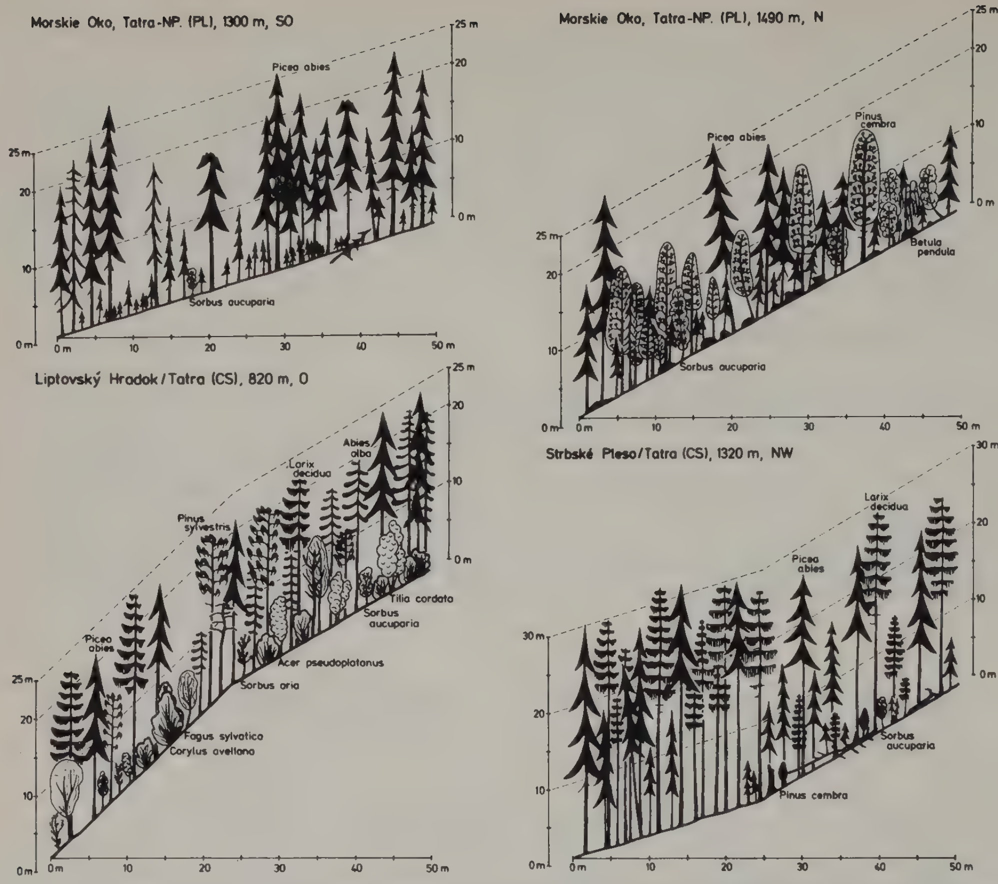


Abb. 217: Nadelwälder in den Westkarpaten. Zirben-Fichtenwald an der Waldgrenze am Morskie Oko-See im Tatra-Nationalpark (1496 m). Subalpiner Heidelbeer-Fichtenwald (1300 m). Subalpiner Lärchen-Fichtenwald, wobei Lärche nur am Steilhang nachhaltig konkurrenzfähig ist; Strbske Pleso. Tieflagenvorkommen der Tatra-Lärche in einem trockenen Fichten-Tannenwald mit Waldkiefer (Melampyrum nemorosum).

wesentlich reicher gegliedert als in den Ost- und Südkarpaten. Vielfach handelt es sich um wenig verschiedene regionale Rassen der gleichen Gesellschaft (BRAUN-BLANQUET 30). Geographische Trennarten im Vergleich zu den Ostalpen: Salix silesiaca, Galium schultesii, Chrysanthemum rotundifolium, Soldanella carpatica, Dentaria glandulosa. Westkarpatische Fichtenwälder sind verarmt, denn Rhododendron ferrugineum, Soldanella montana und Erica carnea fehlen bzw. treten nicht gesellschaftsbildend auf wie in den Alpen (BAUN-BLANQUET 30). In den angrenzenden Ostkarpaten klingen viele mitteleuropäische Arten aus, dafür dazische Elemente. Die Fichtenwälder der Westkarpaten stehen zwischen den stärker verarmten herzynischen und den artenreicheren dazischen Fichtenwäldern ohne deren ausgeprägte Eigenständigkeit.

2. Verbreitung der Fichtenwälder

a) Westkarpaten

Die untere subalpine Fichtenstufe fehlt auf Kalk und am Karpatenrand im Kontakt zum ungarischen Tiefland. Westkarpatische Fichtenwälder sind weitgehend rein (Sorbus aucuparia), nur an der unteren Grenze mit Tanne, Buche oder Bergahorn angereichert, an der oberen

sporadisch mit Lärche oder Zirbe, meist unmittelbar in Latschenbestockungen übergehend. Wie in den kontinentaleren inneren Ostalpen können sich Fichte und Calamagrostis villosa in Binnenlagen auch montan stärker durchsetzen (Abb. 217). Ähnlich wie in den Ostalpen steigen die Höhengrenzen vom westlichen Gebirgsrand (Große Fatra 1050–1300 m) zum Gebirgszentrum (Hohe Tatra 1200–1500 m) deutlich an, etwa so hoch wie in den Sudeten. SOKOLOWSKI (28) wies diesen Trend besonders auf Schattseiten, aber auch am Ostabfall der Tatra nach.

Exposition	N	W	S	O
Zentrum	1630	1600	1580	1560
Ostabfall	1530	1550	1560	1500

Höhenstufe des Piceetum subalpinum

Ostalpen	Westkarpaten	Ostkarpaten	Südkarpaten
1400–1900 m	1100–1500 m	1200–1650 m	1300–1850 m

Gegenüber den Zentralalpen zeigen in den Karpaten alle Vegetationsgrenzen eine deutliche Depression (BRAUN-BLANQUET 30).

b) Ostkarpaten

Fichtenwälder dominieren in einer 200 km langen, etwa 75 km breiten zusammenhängenden Zone, im Norden von 1100–1500 m, im Süden von 1250–1800 m (tiefalpine Grenze bei 1850–2000 m). In winterkalten, schneereichen subkontinentalen Beckenlagen liegt die Untergrenze bei 600 m, in Andesit- und Kalkgebirgen die Obergrenze bei 1650–1700 m (1750 m) (RESMERIŢĂ 75). In den bis 500 m breiten Fichtenwaldgürtel dringen bis 1200 (1300 m) Tannen-Fichtenwälder vor. Natürliche Fichtenwälder bilden eine 400–500 m breite Stufe, deren oberster 100–150 m breiter Teil aufgelockert ist mit eindringender Latsche und Alpenrasen-Elementen.

c) Südkarpaten

In dem deutlich wärmeren und trockeneren Gebirge löst sich die in den Ostkarpaten noch zusammenhängende Fichtenwaldzone in vier Arealinseln auf: Bucegi, Fagarascher Alpen, Lotru-Parîng-Retezat- Sarko-Godean-Gruppe. Die Fichtenwaldzone schrumpft auf 10 km Breite zusammen und verlagert sich um 100–150 m höher (1300–1850 m), tiefalpine Grenze bei 2200/2300 m. Der Anteil der Tanne und der tannenreichen Mischwälder (Abieti-Fagetum, Abieti-Piceetum) geht auf Silikat zurück und subalpine Piceo-Fagetum-Wälder werden vitaler. Während auf Nordhängen die Fichtenwaldzone noch 500–700 m breit sein kann (Fagarascher Alpen), tritt die Fichte im südlichen Parîng-Gebirge nur noch als Mischbaumart an der oberen Waldgrenze auf (Chrysanthemo-Piceo-Fagetum, VIDA 63) und bleibt am Südabhang des Godean-Gebirges an der Buchenwaldgrenze aus (DONIŢĂ 65).

3. Zonaler subalpiner Fichtenwald

a) Hochmontaner Silikat-Habichtskraut-Fichtenwald der Ost- und Südkarpaten
(Hieracio transsylvanici-Piceetum)

Die mit dem Homogyno- bzw. Calamagrostio-Piceetum vikariierende Gesellschaft bildet schattseitig in den Ost- (1200–1500 m) und Südkarpaten (1300–1600 m) die obere Fichtenwaldstufe auf Rohhumus-Silikat-Podsolen. Den mittelwüchsigen (20–30 m), langkronigen Hochla-

gen-Fichtenreinbeständen sind an der unteren Grenze Sorbus aucuparia var. glabrata, Buche, Tanne und Bergahorn beigemischt (Fago-Piceetum); sporadisch Lärche. Vielfach flächig Windfahnenkronen, Eisbruchschäden und starker Usnea longissima-Behang. Artenarme Strauchschicht: Ribes petraeum var. carpaticum, Lonicera nigra. **K.:** Euphorbia carniolica, Corallorhiza trifida, Melampyrum saxosum ssp. baumgartenianum. Viele Fichtenwaldarten: Luzula sylvatica (Tannen-Ausbildung), Listera cordata, Lycopodium annotinum, Blechnum spicant, Homogyne alpina, Soldanella hungarica var. major; artenreiche Moosschicht: Plagiothecium undulatum, Bazzania trilobata, Ptilium crista-castrensis (Abb. 216). Ausbildungen mit Calamagrostis villosa auf trockeneren Standorten, mit Calamagrostis arundinacea (Dicranum undulatum) in tieferer Lage. Oxalis-Fichtenwald (25–30/35 m) an frischen Standorten mit Streptopus amplexifolius, Ranunculus carpaticus, Veratrum lobelianum, Athyrium distentifolium; Kontakt zum farnreichen Hochstauden-Fichtenwald (PURCELEAN 66).

b) **Subalpiner Heidelbeer-Fichtenwald der Westkarpaten** (Plagiothecio-Piceetum tatricum, MYCZKOWSKI-LESIŃSKI 74, RANDUŠKA 80, KUBIČEK-JURKO 75, Abb. 217)

Die artenärmere Tatra-Rasse des Homogyno-Piceetum myrtilletosum (1150–1550 m) auf Granit ist reicher an Fichtenwaldelementen: Moneses uniflora, Lycopodium annotinum, Luzula luzulina, Plagiothecium undulatum, Sphagnum girgensohnii, Calamagrostis villosa, Hieracium rotundatum; reichlich Moose: Rhytidiadelphus loreus, Barbilophozia lycopodioides et floerkei.

c) **Hochmontan-tiefsubalpiner Hochstauden-Fichtenwald** (Chrysanthemo rotundifolii-Piceetum subalpinum, BORHIDI 71)

In den **Westkarpaten** (Hohe Tatra) an Kalk und intermediäre Gesteine gebunden, entwickelt sich die Einheit in den **Ost- und Südkarpaten** (Abb. 217, 218) auf bodensaurer intermediärer Unterlage mit frisch-feuchten Moder-Hangschuttböden, besonders in niederschlagsreicher Luvlage. Die

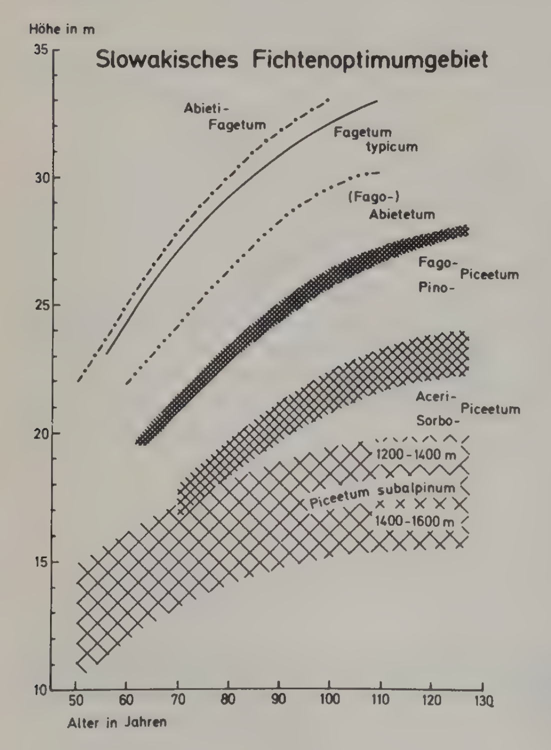


Abb. 218: Höhenwachstum der Fichte in Waldgesellschaften des slowakischen Fichtenoptimumgebietes (nach RANDUŠKA 63) und im subalpinen Bereich (1200–1600 m, VINCENT 33).

noch wüchsigen, astigen Fichtenbestände (20–25/30 m) sind aufgelockert. Montan (1100–1500 m) werden azonal-feuchte Schutthänge, Gräben und Bachrunsen besiedelt. In den feuchten, hochstaudenreichen Hochlagenwäldern dominiert die Fichte allein. Bezeichnend: Rumex arifolius ssp. carpaticus, Polystichum luersenii (paleaceum x lobatum) und üppige Hochstauden: Streptopus amplexifolius, Cicerbita alpina, Aconitum paniculatum ssp. lasianthum, A. toxicum, Caltha laeta, Cirsium waldsteinii, Doronicum austriacum, D. columnae, Adenostyles kerneri et orientalis, Athyrium distentifolium, Veratrum lobelianum. Zurücktretende Fichtenwaldarten (Purcelean 66): Homogyne alpina, Luzula luzulina, L. luzuloides; viele Farne und Mnium-Arten. Die westkarpatische Tatra- und Beskiden-Ausbildung (1200–1400 m) auf Kalk kennzeichnen: Aconitum firmum, Soldanella carpatica (Matuszkiewicz 73, Kubiček-Jurko 75, Samek-Jančarik 57). Transsylvanische Gebietsausbildung mit Campanula abietina, Soldanella hungarica, Adenostyles alliariae ssp. kerneri, A. orientalis, Pulmonaria rubra, P. filarskyana, Doronicum carpaticum, Heracleum palmatum, Telekia speciosa. Die wüchsige typische Athyrium distentifolium-Silikat-Ausbildung (25–30 m) mit Polystichum paleaceum, Thelypteris limbosperma, Cystopteris sudetica. Saxifraga cuneifolia-Ausbildung auf frischerem, basenreichem Silikat-Hangschutt (Piatra Mare, Buiculescu 75) mit Symphytum cordatum, Pulmonaria rubra, Galium odoratum. Auf analogen Kalkhangschuttstandorten differenzieren Achillea schurii, Cortusa matthioli ssp. pubens, Polystichum lonchitis. Lokal (Slowakei 17 000 ha, Korpel 78) sind fichtenreiche Lawinenschutzwälder von Bedeutung; Abb. 221.

d) Subalpiner Karbonat-Fichtenwald

(Polysticho lonchitis-Piceetum subalpinum, Matuszkiewicz 73)

Der artenreiche Fichtenwald (1000–1500 m) auf Moderrendzinen (Westtatra, Ostkarpaten) hat ein vielseitiges Gefüge. Reichlich Fichtenwaldarten: Vaccinium myrtillus, V. vitis-idaea, Moneses uniflora, Homogyne alpina, Plagiothecium undulatum, Luzula luzulina, Athyrium distentifolium; Laubwaldarten: Phyteuma spicatum, Dentaria glandulosa, Paris quadrifolia. Standortstypische Kalkschuttzeiger: Asplenium viride, Cystopteris montana, Valeriana tripteris, Polystichum aculeatum; Feuchtigkeitszeiger: Polygonatum verticillatum, Chrysosplenium alternifolium, Aconitum calybotrion, Veratrum lobelianum belegen die frischeren, vor allem schattseitigen Standorte, auch Farne. Reichlich Moose: Mnium spinosum, Hylocomium splendens. Auf trockeneren, sonnseitigen Standorten des Tatra-Nationalparkes (Samek-Jančarik 57) fehlt Polystichum lonchitis. **CA.**: Bellidiastrum michelii, Calamagrostis varia (Carex alba, Sesleria varia), Cirsium erisithales, Luzula sylvatica, Cortusa matthioli; Feuchtigkeitszeiger (Adenostyles alliariae, Geranium sylvaticum) nicht vital. Zum alpinen Adenostylo glabrae-Piceetum differenzieren Chrysanthemum rotundifolium und Veratrum lobelianum.

e) Waldgrenzen-Fichtenwald

Hochsubalpiner Silikat-Zirben-Fichtenwald (Pino cembrae-Piceetum, Myczkowski 69, 72). Der Relikt-Charakter der Karpaten-Zirbe ist ausgeprägt. Es fehlt eine geschlossene Lärchen-Zirbenwaldstufe wie in den Alpen. Im oberen Fichtenwaldgürtel werden kleinflächig azonale und konkurrenzgünstige Extremstandorte an Rücken, Felsen und Bergstürzen besiedelt, und nur an der obersten Fichtenwaldgrenze werden in einer schmalen (50–100 m) Zone Mischbestände mit Fichte gebildet; Tatra-Nationalpark (1350–1700 m; Einzelbäume 1000–1900 m).

Nur an edaphischen und klimatischen Grenzstandorten mit skelettreichen Podsolböden wird Zirbe nicht sofort von Fichte überwachsen. **B.**: Fichte ist auch an der Waldgrenze noch wüchsiger als Zirbe; Lärche nur lokal, ferner Betula carpatica, Sorbus aucuparia var. glabrata. In offene Bestände dringt vital Pinus mugo ein. **S.**: Lonicera nigra, Rosa pendulina, Juniperus communis, Ribes petraeum, Salix silesiaca. **K.**: Vaccinium myrtillus, V. vitis-idaea, V. uliginosum, Empetrum nigrum, Gentiana punctata, ferner Calamagrostis villosa, Luzula sylvatica, Veratrum lobelianum, Soldanella carpatica, Listera cordata. **M.**: Pleurozium schreberi, Rhytidiadelphus triquetrus et loreus (Hohe Tatra, Myczkowski 69; Belaer Tatra, Plesník 71; Südkarpaten, Retezat-Gebirge, Abb. 217; Caliman-Gebirge, Rodnaer Alpen).

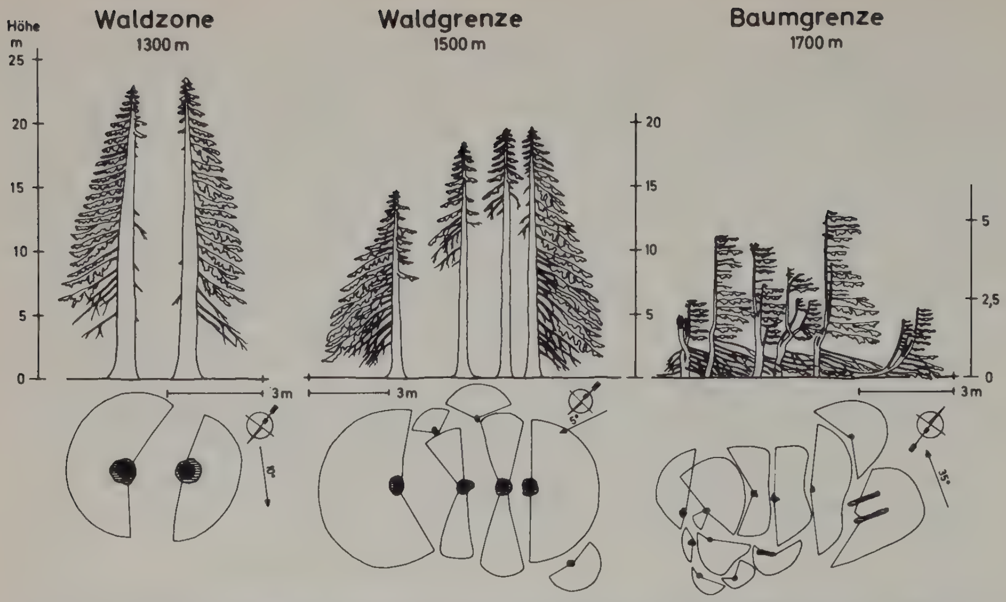


Abb. 219: Typische Biogruppen mit Rottenstruktur von der Baumgrenze über die Waldgrenze zur Waldzone im polnischen Tatra-Nationalpark (nach MYCZKOWSKI 72, aus MAYER 76).

Hochsubalpiner Zwergstrauch-Fichtenwald (Bruckenthalio spiculifoliae-Piceetum, BORZA 59, BOŞCAIU 71). In den Karpaten und im Ostbalkan bilden die Waldgrenze natürlich oder überwiegend durch Weide aufgelockerte, geringwüchsige (8–15/18 m) Waldkronen-Fichtenwälder (1650–1750 m)auf flachgründigen, stark sauren Podsolböden. Mit Annäherung an die Waldgrenze entstehen immer mehr Biogruppen (Rottenstruktur, MYCZKOWSKI 73, Abb. 219). An der Waldgrenze (4–10 m) können sich bis 10/15 Fichten zusammenscharen, die durch gemeinsamen Kronenmantel der extremen Wind- und Schneeeinwirkung besser widerstehen können. In den Südkarpaten mischen sich Pinus cembra, im Balkangebirge Pinus peuce ein und bei aufgelockertem Bestandesgefüge gedeihen auch Pinus mugo und Juniperus sibirica ssp. nana. Zwergsträucher dominieren: Vaccinium myrtillus, V. vitis-idaea. Subalpine Rasenarten bezeichnend: Potentilla ternata, Thymus alpestris, Viola declinata, Phyteuma nanum. Ferner Latschenbuschwald- und Fichtenwaldarten (Campanula abietina). Bei durch Almweide gedrückter Waldgrenze sind Nardus-Rasenelemente reichlich (Hieracium aurianticum).

4. Azonaler montaner-subalpiner Fichtenwald

In extrem bodensauren, sehr artenarmen Rohhumus-Fichtenwäldern fehlen dazische Elemente nahezu und es besteht weitgehende Ähnlichkeit mit analogen mitteleuropäischen Einheiten.

a) Torfmoos-Au-Fichtenwald (Bazzanio trilobatae-Piceetum)

Die moosreiche Dauergesellschaft kommt kleinflächig (1000–1300 m) auf steilen, schattseitigen Silikat-Felsabbrüchen, Blockhalden in luftfeuchten Tälern vor. Lockere geringwüchsige (10–15/18 m) Fichten-Baumschicht mit Betula pendula; Vaccinium myrtillus- et vitis-idaea-Dominanz, vielschichtige Moosdecke; Sphagnum-Arten (girgensohnii, acutifolium, quinquefarium, recurvum, squarrosum); Veratrum lobelianum, Salix silesiaca. Bei Hangvernässung (Gleypodsol) ein wenig standfester Seegras-Fichten-Auwald mit Equisetum sylvaticum und Caltha laeta

(z.B. Tatra, Samek et al. 57). Verwandtschaft zum Weißerlenbuschwald. Geringwüchsiger (18–25 m) Quellmoor-Fichtenwald mit Heliosperma quadrifidum ssp. pudibundum.

b) **Hochmoorrand-Fichtenwald** (Sphagno-Piceetum)

Im noch extremeren, sehr geringwüchsigen (8–12/15 m) Torfmoos-Fichtenwald sind Flach- und Hochmoorarten typisch: Eriophorum vaginatum, Epilobium palustre, Sphagnum palustre; Vacinium uliginosum-Subassoziation mit Ledum palustre (Hargitai-Gebirge) und Eriophorum vaginatum-Subassoziation (Parîng-Gebirge) mit Icmadophylla ericetorum.

c) **Lärchen-Fichtenwald** (Larici-Piceetum, Abb. 217)

Die Lärche ist in naturnah aufgebauten subalpinen Beständen durchschnittlicher Standorte nicht nachhaltig konkurrenzfähig (20–25/28 m). Eine stärkere Beimischung geht auf flächigen Bestandeszusammenbruch oder Kahlschlag-Verjüngung zurück. Mischungsstabilere Lärchen-Fichtenbestände sind an tiefsubalpin-montane, extrem flachgründige Steilstandorte (700–1900/2000 m) gebunden, einerseits an Kalk (Bucegi, Ceahlau), andererseits an arme Silikat-Standorte (Ciucas, Lotru, Borza 31). Durch reduzierte Wüchsigkeit der Fichte kann sich die Lärche als sekundärer Pionier (teilweise mit Waldkiefer) behaupten; **CA.:** Juniperus nana, Luzula sylvatica, Trockenrasen-Elemente: Carex ornithopoda, Carlina acaulis, selbst Leontopodium alpinum (vgl. Grinţescu 31). Montane (1100–1400 m), steile Fels-Lärchen-Fichtenwälder in den Südkarpaten (Purcelean 66) kennzeichnen Calamagrostis arundinacea, Luzula luzuloides et sylvatica, auch Sorbus cretica; Juniperus nana belegt die natürliche Bestandesauflockerung. Montane (800–1200 m) Moränen-(Lärchen-)Fichten-Blockwälder der Tatra kennzeichnen Vaccinium myrtillus et vitis-idaea, Calamagrostis arundinacea, Ptilium crista-castrensis (Myczkowski 72).

VIII. Latschen-Buschwald (Pinetum mugi carpaticum)

Über der klimatisch oder edaphisch bedingten Waldgrenze (1500–1650 m; Somora 69) schließt in den Westkarpaten (Matuszkiewicz 73, Horak 71, Samek-Jančarik 57), verbreitet in den Ost- (1700–2000 m) und Südkarpaten (1850–2250 m) der Latschen-Buschwald an. Strauchschicht mit Pinus mugo, Sorbus aucuparia var. glabra, Salix silesiaca. Krüppelige Fichte randlich, lokal Zirbe (Lärche). Zahlreiche Nadelwaldarten: Vaccinium myrtillus, V. vitis-idaea, einige Adenostylion-Arten: Aconitum firmum, Athyrium distentifolium, Chrysanthemum rotundifolium. Nur in den höchsten Lagen sind alpine Zwergstrauch- und Grasheiden fragmentarisch entwickelt.

1. Silikat-Latschenbuschwald (Pinetum mugi silicicolum)

Auf flachgründigen, steinig-felsigen, sauren Rohhumus-Ranker-Böden dominieren Säurezeiger: Juniperus nana, Pinus cembra, Homogyne alpina, Geum montanum, Calamagrostis villosa, Listera cordata, Gentiana punctata, Veratrum lobelianum, reichlich Moose: Pleurozium schreberi, Lophozia lycopodioides, Sphagnum girgensohnii, Cetraria islandica; Rhododendron kotschyi-Ausbildung (Borza 59).

Rhododendron-Zwerggesträuch (Rhododendro kotschyi-Vaccinietum). In den Karpaten ersetzt Rhododendron kotschyi das alpine Rh. ferrugineum. Im Kontakt zum Latschenbuschwald kennzeichnen (bis 2200/2300 m): Vaccinium myrtillus, V. vitis-idaea. V. uliginosum, Empetrum nigrum, Calamagrostis villosa, Dryas octopetala, Homogyne alpina, Leontopodium alpinum, Poa alpina (Soó 30, Purcelean 66).

2. Karbonat-Latschenbuschwald (Pinetum mugi calcicolum)

Für die felsigen Kalkstandorte mit dystropher Tangelhumusrendzina sind typisch: Rosa alpina, Sorbus chamaemespilus, Ribes petraeum var. carpaticum, Sorbus aria, Calamagrostis arundinacea. Die Latsche baut einen natürlichen Schutzwaldgürtel oberhalb des Fichtenwaldes auf als Geröllstabilisator. Durch große Besiedlungskraft bildet sie auf kahlen, tiefsubalpinen Nadelwaldstandorten Pioniergebüsche, die von Fichte abgelöst werden.

3. Grünerlengebüsch (Pulmonario rubrae-Alnetum viridis, Soó 30, Puşcaru-Soroceanu 81)

In den Westkarpaten fehlt die Grünerle trotz üppigster Hochstaudenfluren (Braun-Blanquet 30). Verbreitet dagegen in den Ost- und Südkarpaten (1500–2100 m), wo sie schneereiche, hangfeuchte, vor allem schattseitige Standorte besiedelt. Strauchschicht: Alnus viridis, Rosa pendulina, Salix silesiaca, aucht Fichte, Pinus mugo et Juniperus nana. Zwergsträucher: Vaccinium myrtillus, V. uliginosum, Rhododendron kotschyi. Typisch für die Krautschicht: Adenostyles alliariae, Cicerbita alpina, Rumex arifolius, Geranium sylvaticum, Thalictrum aquilegifolium, Veratrum album, Chaerophyllum cicutaria, Astrantia major, Trollius europaeus, Achillea tanacetifolia, Chrysanthemum rotundifolium. Alpine Arten (Peucedanum ostruthium, Achillea macrophylla) fehlen. Athyrium- und Salix silesiaca-Variante. Als Kontaktgesellschaften treten das Adenostylo-Cicerbitetum dacicum und das Salicetum lapponi-helveticum auf (Borza 59).

Hochstaudenfluren (Adenostylion alliariae, Boşcaiu-Täuber 80). In den Südostkarpaten charakterisieren neben dazischen und balkanischen Florenelementen (11–19%): Adenostyles alliariae, A. orientalis, Doronicum austriacum, D. columnae, Senecio subalpinus, Streptopus amplexifolius, Ranunculus platanifolius. Hochstaudenflurelemente spielen noch im Chrysanthemo-Piceetum und Symphyto-Fagetum eine Rolle.

K. Waldbauliche Charakteristik

1. Ungewöhnliche Vielfalt der Waldstandorte und Waldgesellschaften

Die Standortsamplitude reicht vom submediterranen Laubmischwald bis zum subalpinen Fichtenwaldstandort, vom humiden Edellaubbaum-Schluchtwald bis zum kontinentalen Eichen-Steppenwald. Analoge Buchen- und Eichen-Hainbuchenwälder sind wesentlich artenreicher als in Mitteleuropa; allein 10 Quercus-Arten (petraea, robur, cerris, pubescens, frainetto, dalechampii, virgiliana, polycarpa, pedunculiflora, trojana). Illyrische, mösische und dazisch-karpatische Region besitzen jeweils einen stark differenzierten Gesellschaftskomplex. Die vegetationskundliche Vielfalt hat neben den standörtlichen Extremen primär waldgeschichtliche Ursachen. Wenn auch Südosteuropa kein hochglaziales Refugialgebiet war, so lagen die Überdauerungsplätze in benachbarten mediterranen Tieflagen oder in geschützten Schluchten (Beug 67). Durch nord-südliches Streichen der Gebirgsketten waren Wanderungen ohne größere Artenverluste möglich.

2. Relikte und Rassenfrage

Bemerkenswert sind Tertiär-Relikte: Picea omorika, Juglans regia, Aesculus hippocastanum, Pinus peuce, Pinus heldreichii; ferner Forsythia europaea, Syringa vulgaris; insgesamt 1754 Endemiten. Naturwaldreservate für alle gefährdeten Relikte mit eingeengter ökologischer Ampli-

tude und intensiver Schutz sind notwendig. Die überdurchschnittliche forstgenetische Differenzierung vieler Baumarten bedarf noch der Abklärung. Eine Analyse der Klimaxbaumarten ist erwünscht (Tanne, Trocken-Fichten, Plus-Varianten der Fichte im Urwald Perućica), da durch die kurzen nacheiszeitlichen Wanderwege das ursprüngliche Biotypenspektrum weitgehender erhalten blieb als in Mitteleuropa. Die selektive Auswahl bestimmter Ökotypen für Anbauversuche (trockenresistentere Tannen) ist deshalb besonders erfolgversprechend (Mayer 80). Durch unbedeutenden Anbau fremder Provenienzen ist die Rassenvermischung geringer als in Mitteleuropa.

3. Tannenreiche Bergmischwälder

In den Dinariden kommen noch großflächig naturnahe Bergmischwälder vor. Slowenien besitzt die umfangreichsten Plenterwaldgebiete Europas (Postojna). Durch jahrzehntelang schematische Plenterung hat der Tannenanteil zu Lasten der Buche teilweise so stark zugenommen, daß der gesellschaftsspezifische Baumartenwechsel gestört ist und Verjüngungsschwierigkeiten auftreten (Mlinšek 69). Verstärkte Nutzung der Tanne und Einbringung der Hilfsbaumart Fichte sollen die Verjüngungskontinuität wieder in Gang bringen. Auf 300 000 ha tritt seit 20 Jahren verstärkt Argyresthia fundella auf, die teilweise ein besorgniserregendes Tannensterben verursachte (Matič 76).

4. Leistungsfähigkeit und Zielsetzung

Die vielfältigen Standorte sind sehr unterschiedlich leistungsfähig. Montane Bergmischwälder mit 40 (50) m hohen Nadelbäumen sind ebenso leistungsfähig wie in den Alpen (500–1000/1200 Vfm, 5–10/15 fm Zuwachs, Starkholzproduktion). In den waldreichen, schwach besiedelten Bergwaldgebieten treten Sozialfunktionen im Vergleich zu den Alpen zurück. Tieflagenwälder von einmaliger Üppigkeit und Wüchsigkeit wie die slawonischen Eichenwälder mit Furnierholzproduktion (Buchen- und Eichenstarkholzzucht, Abb. 195; auch im Bakonywald) wechseln mit geringwüchsigen lockeren Eichen-Steppenwäldern ab, die als Bodenschutzwälder forstwirtschaftliche Grenzertragsstandorte darstellen. Groß sind die Flächen ungenügend leistungsfähiger Niederwälder und durch Weide degradierter Wälder. Waldpflege in tieferen und mittleren Lagen kann ganz erheblich zur Produktionssteigerung beitragen.

5. Bestandesumwandlung degradierter Wälder und von Pionierwäldern

Allein in Slowenien gibt es 90 000 ha durch Nutzung, Weide und Niederwaldbetrieb stark degradierte Wälder, davon ⅔ der Fläche auf wuchskräftigen Hügelland- und Bergwaldstandorten. Durch Stockhieb können die Gebüsche in Niederwaldbestände umgewandelt werden.

Umwandlung von Niederwald in Hochwald (Pintarić 76). In Bosnien-Herzegovina gibt es mit 318 129 ha nahezu soviel Niederwald wie Hochwald. Zur Schließung der Holzbedarfslücke ist eine Überführung in Hochwald unter Anreicherung durch standortstaugliche, leistungsfähige Nadelbäume unumgänglich.

Umwandlung reiner Buchenwälder. Großflächig stocken reine Buchenwälder auf stabilen Standorten, die unzureichend die standörtliche Ertragsfähigkeit ausnützen. In Bosnien-Herzegovina sollten 20% der Buchenwälder (70 000 ha) in Nadelwälder, ein großer, mittelwüchsiger Teil in Nadel-Buchen-Mischwälder umgewandelt werden, während nur die wüchsigsten Buchenwaldstandorte künftig stärkeres und wertvolleres Buchenholz produzieren sollen (Pintarić 76).

Umwandlung reiner Nadelwälder. Auf kleineren, submontanen Flächen bodensaurer Standorte ist eine sofortige Melioration durch Buchenanbau nicht zu erwarten (Gračanin 62). Buche wirkt vorbeugend, ist aber kein sofortiges Allheilmittel, evtl. unterstützende Düngung.

6. Aufforstungsaufgaben

Berglagen: In den Kalkdinariden sind erosionsempfindliche Rendzina- und Kalksteinbraunlehmstandorte nach Entwaldung und Beweidung weitgehend verkarstet. In Jugoslawien harren 3,6 Mill. ha der Melioration (Pintarić 76). Die Aufforstung (z. B. Schwarzkiefer) der Spaltenrestböden ist schwierig und erfordert spezielle Pflanztechnik und meist die Verwendung von Ballenpflanzen. Bis 1955 wurden 55 000 ha Karstflächen aufgeforstet. Erst ausreichender Brandschutz (Tourismus) sichert den Erfolg.

Tieflagen: Im Steppenwaldgebiet herrschen bei den waldgrenznahen Standorten extreme Anwuchsbedingungen: versalzte Böden im Pußta-Gebiet, Sanddünen, Schwarzerden. Naturnahe Aufforstungsziele und sorgfältige Pflanzungsmethoden (Container) sind erfolgreich. Die Anlage eines Netzes von Windschutzstreifen (Acer tataricum, Robinie) hat sich durch landwirtschaftliche Produktionssteigerung bewährt.

7. Waldweide

Waldweide durch Schafe und Ziegen war seit Jahrtausenden eine unerläßliche Lebensvoraussetzung für die nicht wohlhabende Bergbevölkerung. Dalmatien 1808: 750 000 Ziegen, 1955: 104 000. Gesamtviehzahl im küstennahen Karst rd. 3,5 Mill. Schafe, Schweine, Pferde, Rinder (Pintarić 76). Verlichtung, Brennholzentnahme und Standortsdegradierung waren die Folge. Die Trennung von Wald und Weide ist die entscheidende Voraussetzung zur Produktionssteigerung. Sie ist nur durch eine forstpolitische Integrallösung möglich; Unabhängigkeit der Bevölkerung vom Wald durch Arbeitsplatzbeschaffung (Kleinindustrie).

Waldsukzession nach Einstellung der Weide (Mlinšek 68). Ausgedehnt sind natürliche Bewaldungsstadien nach Verbot der Ziegenweide in Jugoslawien und Einstellung der landwirtschaftlichen Nutzung, Aufhören der Brandwirtschaft, Abwanderung (Kočevje). Die Sukzession der Pioniergesellschaften verläuft standortsdifferenziert (Marinček-Župančić 78). Nach Rodung eines Dentario-Fagetum-Standortes und langjährige Weide und Mahd entwickelt sich ein Bromio erecti-Brachypodietetum pinnati. Bei Einstellung der Weide wandern in tieferen Lagen sukzessive ein: Ligustrum vulgare, Cornus sanguinea, Corylus avellana, Quercus cerris. Die Entwicklung geht über den Eichen-Hainbuchenwald zum Buchenwald, in höheren Lagen über Pteridium aquilinum, Aspe und Birke, Hainbuche direkt zum Buchenwald. Die seit 30 Jahren entstandenen Sukzessionsstadien sind sehr artenreich (38 Holzgewächse), Ansiedlungsgeschwindigkeit 20–50 m/Jahr. Durch gezielte Überführung der zielgerecht gemischten Stadien und Umwandlung von Weichholz-Pioniergebüschen können leistungsfähigere Wirtschaftswaldbestände aufgebaut werden.

L. Nationalparks und Naturwaldreservate Südosteuropas (Iucn 71, Abb. 220)

1. Jugoslawien

Bosnien: Sutjeska (17 250 ha), 532–2386 m, 1434 ha großes Urwaldgebiet Perućica mit thermophilem Laubwald, Buchen-, Fichten-, Tannen-Buchen- und Fichtenwald, subalpine Legföhrenzone, Schwarzkiefer; Fauna: Bär, Wolf, Wildkatze, Gamswild, Uhu (Fukarek 59, Abb. 201, 202).

Kroatien: Plitvička Jezera (19 172/1700 ha), 417–1270 m; Eichen-Hainbuchen-, Buchen-, Buchen-Tannen- und Fichtenwald, Kiefern- und Hopfenbuchenmischwald, Šibljak-Gebüsch; Urwaldreservat Čorkova Uvala (Mayer-Neumann 80), Seentreppe mit Kalktuff-Barrieren; Braunbär, Wildkatze, Fischotter. *Pakleniča* (3616 ha), bis 1563 m, südliches schluchtreiches Velebit-Massiv, Karstbuchenwald, Dalmatinische Schwarzkiefer; Bär, Wildkatze. *Rišnjak*

Südosteuropäische Waldreservate



Abb. 220: Südosteuropäische Nationalparks und Naturwaldreservate.

(3014 ha), 670–1528 m, Westrand der Dinariden mit südseitiger submediterraner Vegetation und nordseitigen Nadelmischwäldern; alpine Relikte (Edelweiß); Braunbär, Wildkatze, Gemse. *Lička Plješevica* (126 ha), 878–1649 m, Fichten-Tannen-Buchen-Bergmischwald.

Mazedonien: *Mavrovo* (79 070 ha/3950 ha), 600–2764 m, mösischer Bergmischwald, südlichste Fichtenwälder, Roßkastanie; Bär, Gemse, Rotwild, Luchs. *Galičiča* (23 000 ha), 694–2285 m, mösischer Bergwald, Pinus leucodermis, Juniperus excelsa et foetidissima. *Pelister* (10 400 ha/2400 ha), 900–2601 m, ausgedehnte natürliche und sekundäre Pinus peuce-Wälder, Tannen-Buchenwald; Abb. 212.

Montenegro: *Durmitor* (32 000/1200 ha), 538–2522 m, Kalkmassiv mit Fichten-Tannen-Buchenwald, Latsche, alpine Wiesen; Braunbär, Gemswild. *Biogradska Gora* (3600/2000 ha), 832–2116 m, Ahorn-, Eschen-, Buchen- und wuchsoptimaler Tannen-Buchenwald sowie subalpiner Bergahorn-Buchenwald; Bär, Rotwild, Abb. 208. *Lovčen* (2000/800 ha), 1200–1479 m, Paßgebiet an der Kotor-Bucht.

Serbien: *Fruška Gora* (22 000 ha), 150–539 m, Buchen-Eichen-Mischwald; Wildkatze, Rotwild, Wildschwein. *Zvijezda* (1500 ha), Tara-Gebiet, Picea omorika-Reliktbestände. *Obedska Bara* (750 ha), Hartholz- und Weichholz-Auwälder an der Sava; reiche Vogelwelt.

Weitere Urwaldreservate in Jugoslawien: *Belinoveč* (3,3 ha), Maribor, edellaubbaumreicher Buchenwald. *Donačka Gora* (28 ha), Ptuj, Zahnwurz-Buchenwald. *Gorjanči* (23 ha), Novo mesto, Buchenwald. *Kopa* (14 ha), Novo mesto, Bergahorn-Buchenwald. *Krakovo* (40 ha), Kostanjeviča, Stieleichen-Hainbuchenwald und Stieleichenwald mit Pseudostellaria europaea (ACCETTO 75, Abb. 197). *Pečke* (60 ha), Novo mesto, Tannen-Buchenwald, Tannensterben, MLINŠEK-ŽUPANČIĆ 74. *Kroka* (72 ha), Snežnik, Tannen-Buchenwald. *Prelešnikova Koliševka* (1 ha), Kočevje, Karstkessel, subalpiner plenterartiger Fichtenwald imTannen-Buchenwaldgebiet, ŽUPANČIĆ 76. *Rajhenavski* Rog (51 ha), Kočevje, Tannen-Buchenwald, 786 Vfm. *Strmeč* (14 ha), Snežnik, Tannen-Buchenwald. *Šumik* (19 ha), Maribor, bodensaurer Fichten-Tannen-Buchenwald und Braunerde-Buchenwald. *Ravna Gora* (17 ha), Kostanjeviča, Buchenwald. *Ramino Korito* (24 ha), Velebit, typischer Kalk-Buchen-Urwald (HREN 72). *Pevčiča Tavani-Velebit,* hochmontaner Tannen-Buchenwald (700 Vfm). *Prašnik,* Nova Gradiška, Sava-Niederung, Stieleichen-Hainbuchenwald, Genista elata-Stieleichenwald, RAUS 76. *Muški Banar* (42 ha), Psunj/Slavonien, Buchenwald mit Traubeneiche; *Janj* (50 ha), Šipovo, Tannen-Buchenwald mit allen Entwicklungsphasen, SCHÜTZ 69. *Lom* (278 ha), Klekovača, Fichten-Tannen-Buchenwald, TREGUBOV 41, *Žuča Rybniča* (33 ha), Krivaja, Kalk-Tannen-Buchenwald.

2. Ungarn

Hortobagy (52 000 ha), Pußta-Landschaft, Steppenwaldreste (Abb. 191), Weidegrasland, Halophytenvegetation, Sumpflandschaft, Graurind, Zackelschaf, halbnomadische Hirten. *Kiskunsag* (31 000 ha), Zwischenstromgebiet Donau-Theiß; Steppenland (Pußta), Soda-Gewässer, Moorwiesen, Wacholder-Silberpappel-Dünenbestockung (Abb. 191); reiche Vogelwelt. *Bükk* (39 000 ha), endemische und reliktische Pflanzen, Karsterscheinungen, Eichen-Buchen-Mischwald. **Landschaftsschutzgebiete:** Tihany (Halbinsel am Balaton), Gerecse (bewaldetes Kalkgebirge), Barcs (Wald- und Vogelschutzgebiet).

3. Tschechoslowakei

Hohe Tatra (50 000 ha), bis 2663 m, endemische Flora und Fauna der Westkarpaten mit alpiner Flora, subalpiner Fichtenwald mit Lärche und Zirbe (Abb. 217), Fichten-Tannen-Buchen-Bergmischwald, benachbart polnischer Nationalpark; Schalenwild, Bär. *Pieninen* (2150 ha), bis 982 m, Karbonat-Laubmischwald mit wärmeliebender Fauna; benachbart polnischer Nationalpark.

Slowakische Urwaldreservate (VYSKOT et al. 81, KORPEL 67, RANDUŠKA 80, Abb. 221). *Mala Fatra* mit artenreichen montanen und subalpinen Gesellschaften. *Bumbalka/Beskiden*, Fichten-Tannen-Buchenwald *Stužica/Westkarpaten*, Tannen-Buchenwald. *Badinsky Prales,* Slowakei, Tannen-Buchen-Urwald (KORPEL 74, 67). *Dobroč*/Slowakisches Erzgebirge, Fichten-Tannen-Buchen-Urwald, PRIESOL-RANDUŠKA 67, KORPEL 67, größte Tanne 193 cm ∅, 567 m Höhe; 473 Vfm Vorrat. *Vihorlat*, Ostslowakei, Buchen-Urwald (KORPEL 67). *Pod latiborskom holu* (Niedere Tatra). Fichten-Tannen-Buchenwald. *Kasivarovaer Eichenwald*/Ostslowakei (KORPEL 75). *Jursky Šur*/Bratislava, Schwarzerlenbestände. *Ražula*, Javornik-Berge/Slowakei, Fichten-Tannen-Buchen-Urwald. *Mionsi/Beskiden* (SAMEK-JAVUREK 64), Zahnwurz-Buchen- und Tannen-Buchenwald ohne Fichte.

4. Polen

Babia Góra (1728 ha), Westbeskiden (1725 m), Tannen-Buchenwald, Fichtenwald, Bergkiefer; Luchs, Hirsch, Uhu, Auerhahn. *Tatra* (TANAP, 29 973 ha, 2499 m), Tannen-Buchenwald, Fichtenwald, Zirbenrelikte (Abb. 217), Bergkiefer; Fauna: Gemse, Bär, Luchs, Steinadler, Uhu. *Pieniny* (2419 ha), Kalkkette bis 982 m mit dem Dunajec-Durchbruch; Tannen-Bergahorn- und Buchen-

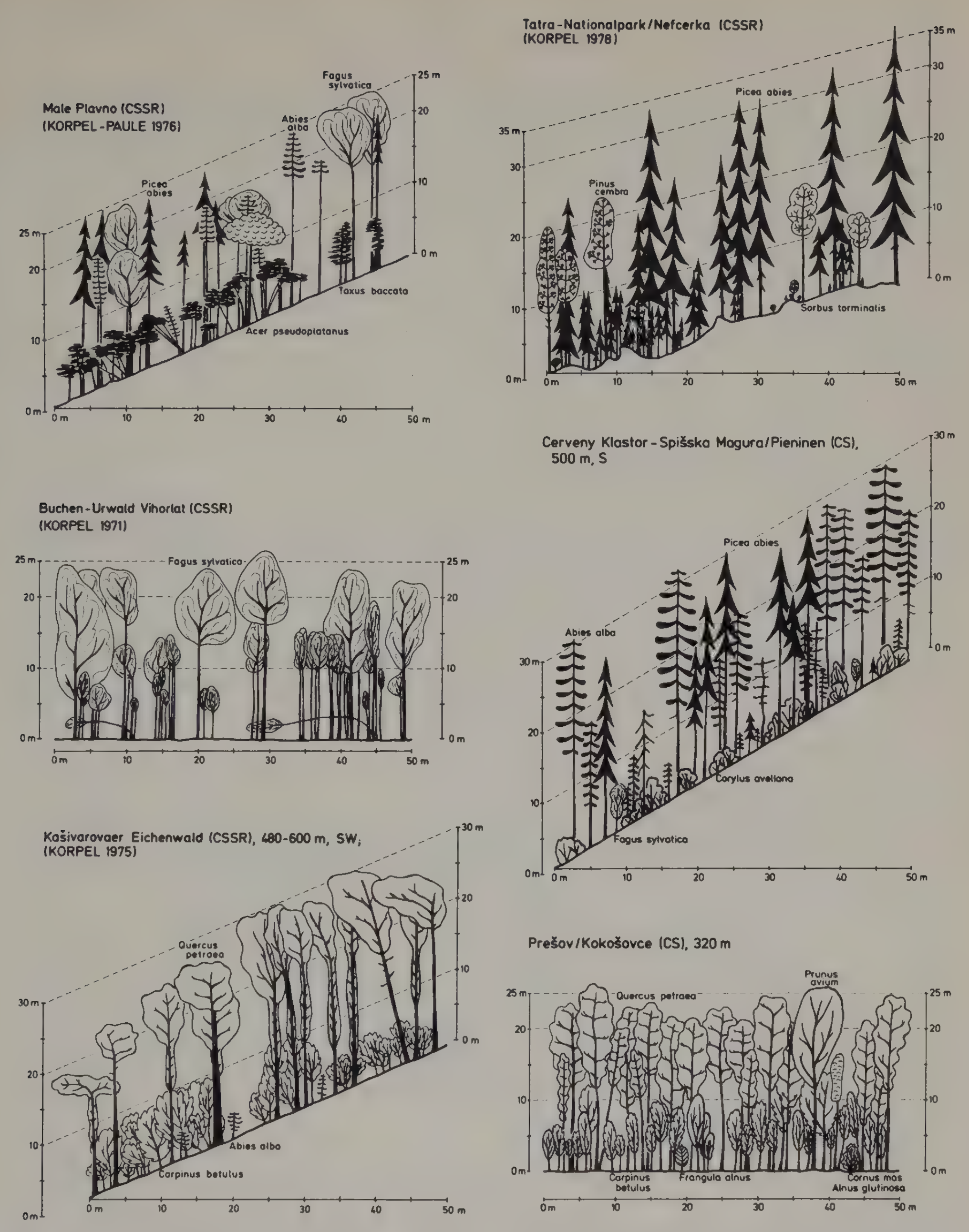


Abb. 221: Slowakische Naturwaldreservate. Eiben-Steilhangwald Male Plavno im Abieti-Fagetum (Korpel-Paule 76). Buchenurwald Vihorlat (Korpel 71), Kasivarovaer Eichenwald (Korpel 75). Rechte Reihe: Tatra-Nationalpark, Lawinen-Zirben-Fichten-Schutzwald (Korpel 78). Corylus-reicher Fichten-Tannen-Tieflagen-Wald (Pieniny). Traubeneichen-Hainbuchenwald Presov.

wald, reliktischer Kiefernwald; Fauna: Wildkatze, Uhu. *Bieszczady* (5726 ha), höhere Gebirgslagen, Fichten-Tannen-Buchenwald, artenreiche Bergwiesen; Fauna: Bär, Wolf, Uhu; Wisent wiedereingebürgert. *Obrożyska-Winterlinden-Reservat* (östliche Beskiden).

5. Rumänien

Hochlagen: *Retezat* (13 000 ha, 1840 ha), 784–2484 m, Buchen-Tannen- und Fichtenwald mit Zirbe (Abb. 216), Latsche, Rhododendron kotschyi. *Bucegi* (4775 ha, 260 ha), 845–2509 m, südkarpatische Buchen-Tannen-Fichtenwälder, Waldkiefer, Lärche; Gemse. *Pietra sul Mare* (Rodnei, 2700 ha), 800–2303 m, Karpaten-Bergmischwald; alpine Flora. *Ceahlau* (1836 ha), 606–1904 m, Lärchen-Reliktvorkommen (Abb. 216) mit typischer montaner Vegetation. **Slatioara** (609 ha), 900–1400 m, Todirescu-Berge, 200–300jähriger Tannen-Buchenwald.

Tieflagen: *Donau-Delta* (40 000 ha), 0–2 m, artenreiche Verlandungsgesellschaften, reichhaltige Auwälder, größtes Vogelparadies in Europa. **Letea-Wald** (710 ha), 1–3 m, typischer Hartholz-Auwald des Donaudeltas mit Periploca graeca. *Snagov-Wald und -See* (1767 ha), 80–100 m, südliche Buchenwaldgrenze in der Donau-Tiefebene, Eichen-Silberlinden-Hainbuchenwald, reiche Wasservegetation, Baumhasel. *Domugled* (810 ha), 168–1110 m, thermophiler Laubmischwald mit Corylus colurna.

6. Bulgarien

Hochlagen: *Tschervenata Stena/Zentral-Rhodopen* (230 ha), 800–1500 m, Bergmischwald, seltene Kalkvegetation, Balkanendemiten. *Malka Djindjiritza/Pirin* (68 ha), 1900–2000 m, sehr alte Pinus peuce-Bestände. *Vassil Kilarov/Rhodopen* (420 ha), 1600–1850 m, Waldkiefer-Fichtenwald, Bär, Rotwild. *Alibotouche/Slavianka* (524 ha), 1140–2212 m, nordseitige Kalk-Pinus peuce-Wälder mit seltener Vegetation. *Doupkata/Rhodopen* (1232 ha), 1100–1200 m, submediterran beeinflußter Kiefern- und Fichtenwald. *Parangalitza/Rila*-Gebirge (1580 ha), 1400–2050 m, Waldkiefer-, Tannen-, Fichten- und Pinus peuce-Wald; Bär, Rotwild, Auer- und Haselwild. *Maritza-See/Rila-Gebirge* Moorvegetation, Pinus peuce, P. mugo, alpine Flora; Bär, Gemse. *Djendema* (1175 ha), 1500–2000 m, Eichen-Buchen-Tannenwald; Bär, Gemse, Adler. *Baevi doupki* (848 ha), 1300–2100 m, Bergmischwald mit Fichte und Tanne, alpine Wiesen (Edelweiß); Bär. *Bistrichko Branichte/Vitoša* (22 800 ha), 700–2260 m, Eichen-Hainbuchenwald bis subalpiner Fichtenwald mit Pinus peuce; Bär, Gemse, reiche Tierwelt. *Boatine/Balkan* (1226 ha), 900–1500 m, teilweise 200jähriger Balkan-Buchenwald.

Tieflagen: *Kamtchia* (Schwarzes Meer), 52 ha, meernaher Hartholz-Au-Urwald mit reichlichen Lianen vom Longos-Typ, reiche Fauna. *Tissova Bartchina* (19 ha), 450–650 m, ausgedehnter Juniperus excelsa-Wald. *Skochnik/Belassitza* (67 ha), bis 700 m, alter Castanea sativa-Wald. *Silkossia/Strandja* (390 ha), 100–150 m, alter Eichenwald; Rotwild. *Ouson* (Lopouchna/Balkangebirge) (2836 ha), 100–150 m, Strandza-Region, Euxinischer Eichen-Buchenmischwald mit Rhododendron ponticum.

Naturparke: *Vitoša/Sofia* (22 800 ha), 700–2260 m, kolliner Eichen-Mischwald bis subalpiner Fichten-Molikaföhrenwald. *Vihren/Rhodopen* (6376 ha), 1100–2915 m, Tannen-Kiefern- und Fichtenwald, Pinus peuce und leucodermis; Gemse, Bär. *Ropotamo* (Schwarzes Meer), 847 ha, lianenreiche Hartholz-Auwälder (Longos).

7. Albanien

Dajti (3000 ha), 400–1611 m, mediterrane Macchie, Fagus sylvatica, Pinus leucodermis. *Lura* (3000 ha), 1000–2416 m, Pinus leucodermis, P. peuce, P. sylvestris, P. nigra, Abies alba, Fagus sylvatica. *Tomori* (3000 ha), 800–2400 m, Fagus sylvatica, Pinus leucodermis.

8. Griechenland

Nationalpark Olymp und Fichten-Tannen-Buchenwald Kentriki-Rhodopen; siehe Südeuropa.

Mediterrane Hartlaub-Waldregion

A. Mediterraner Hartlaubwald

1. Verbreitung (Abb. 222, 223)

Ölbaum und Johannisbrotbaum, Pinie und Zypresse, Loorbeerbaum und immergrüne Eichen, Feige und Zwergpalme, Baumheide, Zistrose und Affodil sind die typischen Leitpflanzen der Mittelmeerländer. Dichte, lianendurchzogene, immergrüne Macchien, offene Gariguen und dürftige Felsfluren sind charakteristische Formationen (RIKLI 43). Die typische mediterrane Vegetation umfaßt 2 300 000 km^2 (QUÉZEL 79), davon 21% Türkei, 17% Spanien, je 13% Marokko, Algerien, 9% Italien, je 4,3% Griechenland, Tunesien, Lybien, 3% Portugal, knapp 1% Frankreich. Der mediterrane Hartlaubwald ist nicht an der ganzen Mittelmeerküste vorhanden, er fehlt z. B. in Ägypten und am Marmara-Meer/Thrazien (euxinische Vegetation). Rund ⅔ der Iberischen Halbinsel, einschließlich Kastilische Hochebene und Süd- bis Mittelportugal bis zur Sierra de Estrella gehören zur Mediterraneis. In Italien auf Tal- und niedrigen Berglagen an der ligurischen, thyrrhenischen und adriatischen Küste (bis Rimini) beschränkt, flächig nur in Sizilien. In Griechenland ausgedehnt auf Kreta, den Ägäischen Inseln, in den Tiefebenen des Peloponnes, im Raum Athen – Volos, um Arta; in Nordgriechenland nur ein schmaler Küstensaum. Naher Osten: Tieflagen des Taurus und Libanon bis zu den Judäa-Bergen.

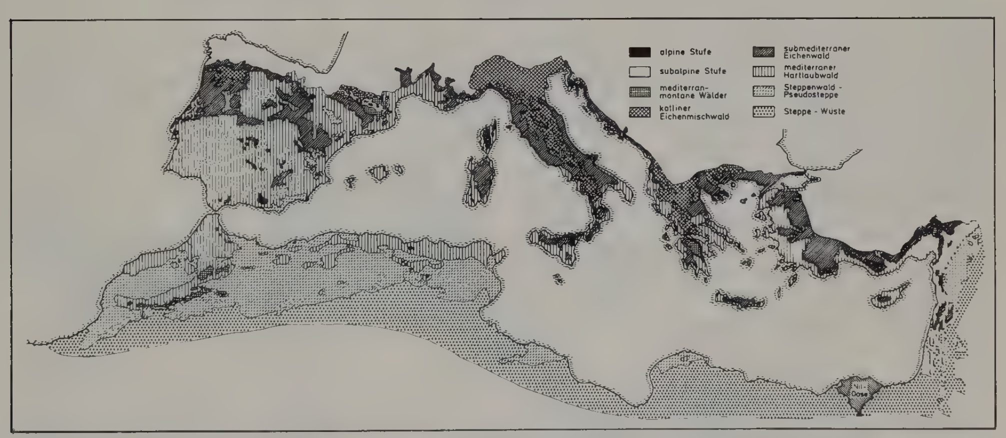


Abb. 222: Vegetationskarte des mediterranen Hartlaubwaldgebietes, die das Auskeilen der submediterranen Stufe gegen Süden belegt (nach OZENDA 79, KNAPP 73).



Abb. 223: Verbreitung der eu-mediterranen Ölbaum-Johannisbrotbaum-Zone an den Küsten des Mittelmeeres (Oleo-Ceratonion, nach OZENDA 1975).

—— Oleo-Ceratonion
––– Grenze der Mediterraneïs

2. Klima (Abb. 224, 225, 226)

Niederschlag

Es fallen relativ reichliche Niederschläge (600–1200 mm). Bei 300–400 mm wird die aride Grenze der Hartlaubstufe erreicht. Die Niederschlagshöhe nimmt von Norden gegen Süden, auch von Westen nach Osten ab, wobei das Klima etwas kontinentaler wird.

Norden	900–1600 mm	Westen	600–1200 mm
Mitte	600–1000 mm	Mitte	500–1000 mm
Süden	400– 700 mm	Osten	400– 600 mm

Abb. 224: Klimadiagramme der typisch mediterranen Hartlaubwaldstufe aus der westlichen, mittleren und östlichen Unterregion sowie aus dem nördlichen, mittleren und südlichen Bereich.

Entscheidend ist die **Niederschlagsverteilung** (in % des Jahresniederschlages)

	Frühjahr	Sommer	Herbst	Winter
Mitteleuropäisch (Stuttgart)	25	35	23	17
Submediteran (Comer See)	26	23	31	20
Nordmediteran (Florenz)	26	16	34	24
Südmediterran (Palermo)	24	5	32	39

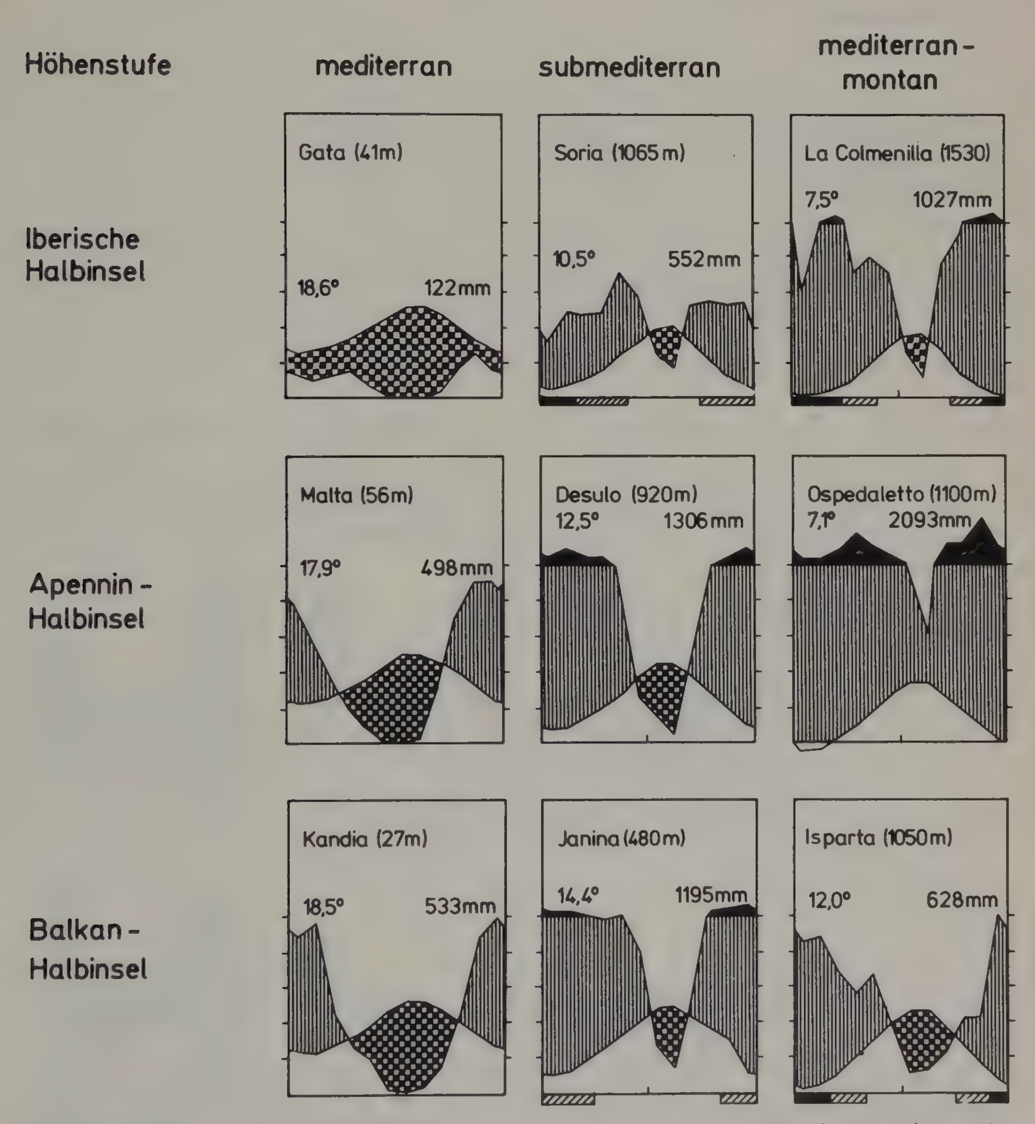


Abb. 225: Klimadiagramme von den Höhenstufen der drei mediterranen Halbinseln. In Südostspanien befindet sich in Gata der europäische Trockenpol mit natürlichen Halbwüsten und Steppen. Auf der Apennin-Halbinsel herrschen ausgeglichenere Verhältnisse, selbst Malta ist nicht extrem semiarid. In den Gebirgen fallen reichlich Niederschläge, etwas niederschlagsärmer ist der Osten. Janina liegt an der Grenze zum kontinentalen Südosteuropa. Isparta im Taurus im Randbereich der zentralanatolischen Pinus nigra-Waldsteppenregion mit ausgeprägter Winterkälte.

Gegen Süden werden der Herbst- und Winterregen (je 200–300 mm) sowie die sommerliche Trockenheit (30–100 mm) ausgeprägter. Bezeichnend sind lange, regenlose Zeiten; oft 90–100 Tage (Neapel, SO-Spanien); Niederschläge fallen außerhalb der sommerlichen Vegetationszeit vielfach als Stoßregen; z. B. Montpellier in 7 Std. 233 mm, Genua bei 1342 mm Jahresniederschlag in 24 Std. 812,2 mm (60,5% des Jahresniederschlages). Häufige winterliche Überschwemmungen sind auch durch die geringe Aufnahmefähigkeit des Bodens bedingt; südmediterran und im Sahara-Steppenvorland ertrinken deshalb relativ viele Leute in den Oueds, da die Hochwasserwelle plötzlich kommt.

Temperatur (C°)

	Jahr	Januar	Juli	Absolutes Minimum	Absolutes Maximum
Mitteleuropäisch (Stuttgart)	10,0	– 0,7	17,6	–26,6	37,0
Submediteran (Comer See)	12,0	5,1	21,5	– 6,3	33,0
Nordmediterran Florenz	14,4	4,9	24,5	–11,1	39,5
Südmediterran (Palermo)	17,0	10,3	24,6	– 1,9	45,5

Mediterran fehlt eine kalte, schneereiche Winterzeit und Fröste treten nur ausnahmsweise und kurz auf. Die sommerliche Trockenzeit (0–100 mm) ist mit hohen Extremtemperaturen verbunden. Durch die ausgeprägte Temperaturzunahme von Norden nach Süden (Beispiel Rimini 13,1° C, Rabat 17,3° C) wird die Höhenausdehnung der mediterranen Stufen immer mächtiger.

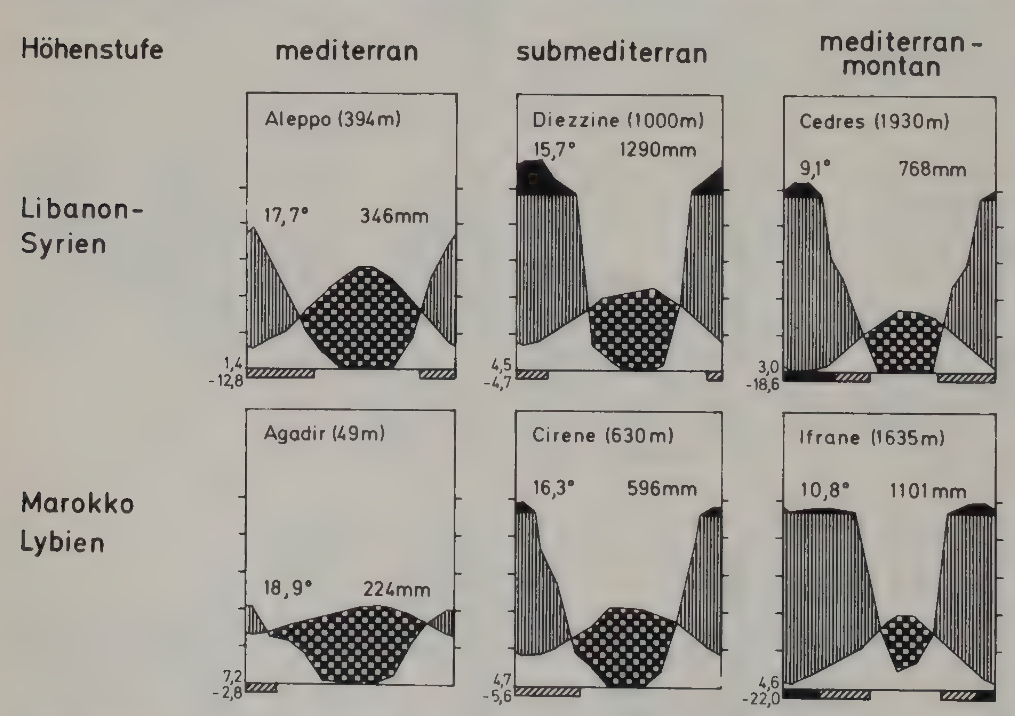


Abb. 226: Südost- und südwestmediterrane Klimadiagramme verschiedener Höhenstufen. Aleppo liegt am Übergangsbereich zum Irano-Turanischen Steppengebiet, Cèdres im Libanon in der Nähe des Zedern-Reliktbestandes. Agadir, im Areal von Argania spinosa-Steppenwäldern, liegt schon außerhalb der typischen Hartlaubwaldregion. Ifrane im Niederschlagsstaugebiet des Mittleren Atlas kennzeichnet einen humiden, wuchsoptimalen, leistungsfähigen Quercus ilex-Cedrus atlantica-Standort. Inmitten der lybischen Wüste liegt die Djebel el Akhdar (Cirene) – Niederschagsinsel, die das Reliktvorkommen einer verarmten mediterranen Hartlaubwaldvegetation erklärt.

Mediterrane Klimatypen

Nach der sommerlichen Niederschlagshöhe, vor allem in der Vegetationszeit, lassen sich Klimatypen ausscheiden (vgl. EMBERGER 39), wie Klimadiagramme belegen: Arid (122 mm) Gata, semiarid (345 mm), Toledo, semihumid (881 mm), Rom, humid (1101 mm), Ifrane/Azrou, perhumid (2093 mm), Ospadeletto. Im Osten prägen sich kontinentale Typen aus, wie z. B. im Nahen Osten (Cèdres), in der Türkei (Isparta), aber auch in der submediterranen Poebene (Bologna).

3. Boden (KUBIENA 53)

Fossiler Rotlehmboden (Terra rossa) auf Hartkalk und meridionale, silikatische Braunerde dominieren. Die Trockenwaldböden sind durch starke mechanische Verwitterung erheblich erosionsgefährdet. Hartkalkstein-Braunlehm (Terra fusca), in montaner Lage Rendzina (Mergel-Kalk, Dolomit). Degradierte Böden sind anthropogen weit verbreitet, ebenso initiale Rohböden (Ranker, Sandböden). Der größte Teil der Holzgewächse besitzt ein Wurzelsystem ohne Mykorrhiza mit weitreichenden Horizontalwurzeln sowie Senkern und Pfahlwurzeln bis 2–5 m Tiefe; z. B. Pistacia, Olea, Quercus, Ceratonia. Die tiefe Bewurzelung ermöglicht die Mobilisierung der Feuchtigkeit beim Austrocknen der oberen Bodenschichten; viele Felsspaltenbesiedler (Ceratonia, Quercus calliprinos, Pistacia; ZOHARY 73)

4. Hartlaubvegetation

Die immergrünen, ganzjährig belaubten Hartlaubsträucher und -bäume sind gegen Wasserverluste angepaßt, um die lange sommerliche Dürreperiode zu überstehen, wie dicke Kutikula der Blätter mit reichlich Sklerenchym, relativ kleine Blattspreiten. Maximale Blattemperaturen der Hartlaubgehölze mit 45–48° C (17–18 Grad Übertemperatur) liegen erheblich unter ihrer Hitzeresistenzgrenze (LANGE-LANGE 63). Bei weichlaubigen Arten führt eine Transpirationskühlung im Blattgewebe bis zu einer Temperaturniederung von 10–15° C. Geophyten und Therophyten weisen auf ein spezifisches Lebensformenspektrum hin. Wasserökonomisch entscheidet hohe Trockenresistenz.

Die **Phänologie** belegt eine spezifische Anpassung durch Laubwechsel bei Immergrünen im Frühsommer und Blüte im Frühjahr (Ausnahme Ceratonia im Sommer). Typisch ist ein regional spezifischer Vegetationszyklus. Im kühleren und feuchteren Norden ist die winterliche und sommerliche Vegetationsruhe ausgeprägt. Ein primärer Vegetationshöhepunkt ist im Frühjahr, ein sekundärer im Herbst. Im winterarmen, weniger feuchten Süden verlagert sich bei ausgeprägter sommerlicher Vegetationsruhe eine längere zusammenhängende Vegetationszeit mit Höhepunkt im (Spät-)Winter.

a) Vegetationsdynamik

Natürliche Bestände auf Durchschnittsstandorten in «sacred woods» sind weitgehend geschlossen, hochwüchsig und artenarm. Unberührte reife Klimaxwälder mit wenig Macchienelementen sind äußerst selten. In die durch Nutzung, Weide und Brand aufgelösten Bestände dringen viele lichtbedürftige Macchienelemente ein. Syngenetisch ist die Macchie ein natürliches Übergangs-, selten ein Endstadium; Dauergesellschaft auf Extremstandorten. Großflächige Macchie auf Durchschnittsstandorten ist durchwegs ein anthropogenes Regressionsstadium. Da sich verschiedene Regressionsstadien mit Resten der Klimaxvegetation und progressiven, besonders frühen Sukzessionsstadien mischen, wird die kleinflächige Vegetationsvielfalt und das typische Vegetationsmosaik bei geringen Standortsunterschieden verständlich. Die mediterrane Waldvegetation ist auf großen Flächen artenreicher geworden durch die Vernichtung der Klimaxvegetation, wobei

aber gleichzeitig die lokal vielfältigere, natürliche Vegetation durch Nivellierung verarmte. In isolierten Räumen (Kreta, Zypern) mit begrenzter Konkurrenz entstanden vielfach bunt zusammengewürfelte Zufallsgemeinschaften (GREUTER 75).

Durch Klimaanpassung, große anthropogene Widerstandsfähigkeit sowie ausgezeichnete Ausschlagsfähigkeit erfolgt die Verjüngung nach Brand, Feuer und Kahlhieb rasch. Nur dadurch konnte sich der Wald seit Jahrtausenden erhalten. Alleinstehende Eichen könen sich schließen und letztlich dominieren, wenn der anthropogene Einfluß aufhört. Bei der Samenverjüngung entscheiden vielfach allelopathische Wirkungen (Öle der Laubstreu), da Bäume, Zwerg- und Halbsträucher in der Sukzession Therophyten verdrängen.

b) **Olea europaea, der mediterrane Charakterbaum** (Abb. 227)

Wie keine andere Art charakterisiert die horizontale und vertikale Verbreitung der ursprünglich ostmediterranen Olea europaea in der Wildform (var. oleaster bzw. sylvester; Kulturform var. sativa) seit 2000 v. Chr. das immergrüne mediterrane Gebiet. Das Arealzentrum liegt heute im Westen (Spanien etwa 300 Mio. Ölbäume auf 6 Mio. ha, Italien 100 Mio., Türkei 60 Mio.). Mittel- und ostmediterran wird ein zunehmend schmälerer Küstenstreifen mit dem anschließenden tieferen Bergland besiedelt.

Der ungewöhnlich vielgestaltige Ölbaum erreicht mäßige Wuchsleistungen (7–15/20 m; vereinzelt 25 m, Anti-Atlas) bei teilweise beträchtlichen Dimensionen (3–4 m ∅). Ungewöhnlich ist die Lebensenergie auch bei starkem Befall durch den Löcherpilz (Polyporus fulvus var. oleae). Uralte, oft bizarr ausgeformte 1000jährige Ölbäume sind nachgewiesen, vermutlich 2000jährige stehen im Garten Gethsemane bei Jerusalem.

Der genügsame, standortsvage Baum ist heute überwiegend auf trockene, durchlässige Kalkböden abgedrängt, für die im Frühjahr ein bunter Blütenflor typisch ist: Anemone coronata, A. apennina, Narcissus tanazetta, Allium neapolitanum, Muscari comosum, Orchis purpurea, Serapias vomeracea, Ophrys lutea, viele Therophyten.

Der wertvolle **Frucht- und Nutzbaum** spielte als lebenswichtiger Öllieferant schon in der Mythologie von Ägypten und Hellas eine bedeutende Rolle. Seit der Bronzezeit (Megiddo) ist die Kultur nachgewiesen. Mit 200–400 kg Oliven-Ertrag/ha ist zu rechnen, aber nur jedes 2. Jahr mit einer guten Ernte. Aus der ersten und zweiten Pressung wird Speiseöl (30–40% Ölgehalt), aus der



Abb. 227: Verbreitung des Ölbaumes, der am besten die eu- und hochmediterrane Hartlaubwaldstufe begrenzt (nach OZENDA 82).

heißen dritten Pressung Öl für die Seifenherstellung gewonnen. Infolge der großen wirtschaftlichen Bedeutung (auch Brenn- und Schnitzholz) wurden großflächig Oliven-Haine angelegt (Abb. 252); Abstand etwa 10–15 m. Häufig wird zwischen den Ölbaum-Reihen Getreide angebaut. Zweimaliges Pflügen und doppelte Oberflächenbearbeitung dienen der Bodenlockerung und der Verbesserung des Wasserhaushaltes durch Unterbrechung der Kapillarität, auch saisonale Beweidung. Ein Anbau ohne Beregnung ist bis 170–250 mm Jahresniederschlag möglich. In Trockengebieten sind weitere Baumabstände bis 24 m notwendig.

c) **Johannisbrotbaum** (Ceratonia siliqua)

In den tiefsten und besonders warmen Lagen besitzt die ostmediterrane Karube lokal durch die Kultur eine ebenso wichtige Bedeutung. Vom thermophilen Baum (10–15 m, 30–70 cm ∅) werden die gerbstoffreichen Hülsen wegen des großen Zuckergehaltes als Futter für Pferde und Schweine geschätzt. Die Samenkörner der langen braunen Schoten dienten ehemals den Juwelieren als Gewicht (Karat 0,2 g).

5. Waldgeschichte

Im Nahen Osten existieren noch Irano-Turanische Waldreste aus feuchterer Zeit. Geologische Zeiträume wären für die Wiederherstellung der randlichen degradierten Klimaxgesellschaften notwendig. Mediterrane Relikte in Ägypten und in der Barqa Cyrenaika. Mitteleuropäische Elemente (Taxus baccata, Sanicula europaea) kommen noch in nordwestafrikanischen Bergwäldern vor und Buchenwälder im mediterranen Randbereich (Sizilien) haben eindeutig Reliktcharakter. Sie weisen auf frühere, feuchte Klimaperioden (Pluvialzeit) hin, die auch kulturhistorisch (Felszeichnungen in der Sahara) nachgewiesen sind. Der Wechsel von trockeneren und feuchteren Klimaperioden im Postglazial erhöhte ebenfalls die mediterrane Vegetationsvielfalt.

6. Anthropogener Einfluß

Die natürlichen Wälder der Mediterraneis hat man sich allgemein als dicht und hochwüchsig vorzustellen (Rikli 43/48). Rodung, Feuer, Ackerbau und Weide verursachten eine jahrtausendelange Erosion von Feinerdedecken, wie ausgedehnte Verkarstungsgebiete belegen (Dalmatien, Libanon; NW-Afrika vgl. Knapp 73). Offenheit der mediterranen Landschaft und Armut an Gehölz-Vegetation entstanden großflächig erst durch den Einfluß des Menschen und seiner Haustiere. Die umfangreiche Schaf- und Viehhaltung wirkte sich besonders verderblich aus: Kreta, 1934 noch 850 000 Schafe, ist nur noch zu 2% bewaldet. Eine sechsköpfige Familie in der tunesischen Khroumirie verbraucht jährlich (Brennholz, Holzkohle, Waldweide; zeitweise Bauholz, Werkzeug) umgerechnet 6 fm Holz. Bei 70 000 ansässigen Familien und damit 400 000 fm Holzbedarf für die landwirtschaftiche Bevölkerung, sind die dezimierten Waldbestände akut gefährdet (Schröder 74). Im 13. Jhdt. war Spanien noch weitgehend bewaldet. Bergbau und Schiffsbau verschlangen Unmengen von Eichenholz (z. B. für 1000 Schiffe der Armada benötigte man etwa 3 000 000 fm; Ammer-Gutschick 64).

7. Ursprüngliche Tierwelt

Eine ziemlich reichhaltige Großtierfauna belebte einst das unberührte Hartlaubwaldgebiet (z. B. NW-Afrika): Elefant, Löwe, Leopard, Hyäne, Auerochs, Wildschwein, Rotwild, Mähnenschaf. Zum größten Teil sind diese Arten ausgerottet oder es sind nur mehr Relikte vorhanden.

8. Vegetationsgliederung in der Mediterraneis

a) Mediterrane Höhenstufung

Ozenda (75) schlug für die Mediterraneis vor: Per- und Eu-mediterran, Supra-mediterran, Oro-mediterran, Altimediterran. Die Bezeichnung Supra-mediterran über der mediterranen Stufe liegend ist eindeutiger als die eingebürgerte Bezeichnung «submediterran». Sub heißt aber sowohl unterhalb hinsichtlich der Höhenlage als auch unter den Verhältnissen der Stufe liegend. Z. B. Subtropen, den Tropen nahestehend. Deshalb werden die alten Bezeichnungen im deutschen Sprachgebrauch weiter verwendet.

Höhenstufen	Waldformationen
hoch- / tief- kulminal	Gras- und Kräuterfluren Dornpolster-Heiden, Zwergsträucher
hoch- / tief- mediterran-montan	Fagus sylvatica, Pinus sylvestris Cedrus-Arten Juniperus-Arten Abies-Arten
hoch- / tief- submediterran	Quercus cerris, Qu. lusitanica Pinus nigra Quercus pubescens, Qu. faginea
hoch- / tief- (eu-) mediterran	Quercus ilex, Pinus brutia/halepensis Quercus calliprinos, Pinus pinaster Ceratonia siliqua, Olea europaea Pistacia lentiscus, Quercus suber Pinus pinea

Da die Klimastufen nicht höhenparallel verlaufen, sondern gegen Süden deutlich ansteigen, fehlen die nivale, alpine und subalpine Stufe Nord- und Mitteleuropas schon im nördlichen Mediterrangebiet. Mediterrane und submediterrane Stufe schieben sich unter die kolline und montane Stufe ein und nehmen gegen Süden immer breiteren Raum ein, so daß am Südrand der Mediterraneis im Hohen Atlas mediterrane Tieflagengesellschaften des Nordens sogar die Waldgrenze bilden können (Quercus rotundifolia). Durch die Diskontinuität der Vegetation ergibt sich die lokale (regionale) Begrenzung der Höhenstufe (Pignatti 80).

Obergrenzen der Höhenstufen

	Eu-mediterran	mittel-, hoch-mediterran	sub-mediterran	mediterran-montan
Nordpyrenäen	100	700	1200	1900 (2200)
Peloponnes	250	900	1300	2000 (2300)
Taurus	400	1200	1600	2100 (2500)
Hoher Atlas	800	2000	2000	2600 (2800)

Die mediterrane Hartlaubwaldstufe ist im Norden auf einen schmalen Küstenstreifen begrenzt; Norditalien bis 200/300 m, sonst bis 400/700 m, im mittleren Mediterrangebiet obere Grenzhöhen von 500–1000 m. Im Süden, auch im Inneren der größeren Inseln (Sizilien) und Halbinseln (Iberien) sowie im Nahen Osten oder im Hohen Atlas steigt die Höhenstufe bis 1200 m, im Süden teilweise bis 1800/2000 m (2600 m), wobei die Untergrenze von Meeresniveau bis auf 800 m steigt. Mit abnehmendem atlantischem Klimaeinfluß sinkt die Obergrenze von Westen (Iberien, 500–1000 m) nach Osten (400–700 m). Eine abweichende Höhenstufung kennzeichnet das semihumide-semiaride Atlasgebiet. Die Humidität steigt nur bis 1800 m an, da die Zunahme der

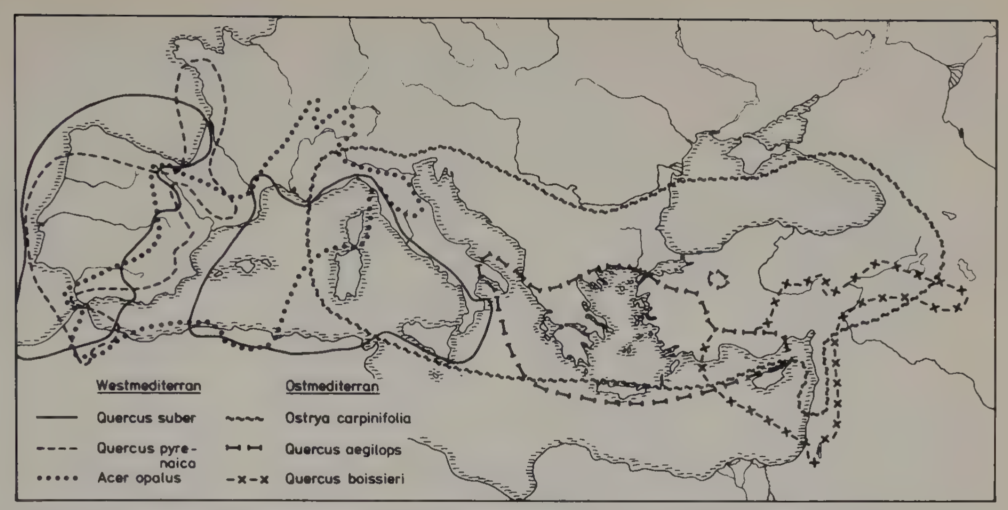


Abb. 228: Baumarten der mediterranen Hartlaubwaldregion. Westen: Quercus suber, Quercus pyrenaica, Acer opalus. Osten: Ostrya carpinifolia, Quercus aegilops, Quercus boissieri.

Niederschläge schon eher aufhört, Marakesch (453 m) 300 mm, in 1500 m Höhe 700–800 mm, am 4000 m hohen Toubkal-Gipfel ca. 400 mm. Außerdem bestehen starke Vegetationsgegensätze am Nord- und Südabfall. Deshalb bleibt trotz zunehmender Wärme die Arealgrenze reduziert.

b) Pflanzengeographische Gliederung der Hartlaubwaldregion (Abb. 228, 229, 230)

Die Differenzierung in ost- und westmediterran ist deutlich, wobei die mittelmediterrane Apenninhalbinsel noch mehr westliche Züge aufweist (vgl. ZOHARY 73, RIKLI 43).

Westmediterran: Pinus pinaster, Quercus suber, Chamerops humilis, Calycotome spinosa, Erica stricta, Cytisus populifolius.

Ostmediterran: Quercus ithaburensis, Styrax officinalis, Salvia triloba, Rhamnus palaestinus, Rhamnus punctatus, Laurus nobilis, Crataegus aronia, Acer orientale, Pyrus syriaca, Cercis siliquastrum.

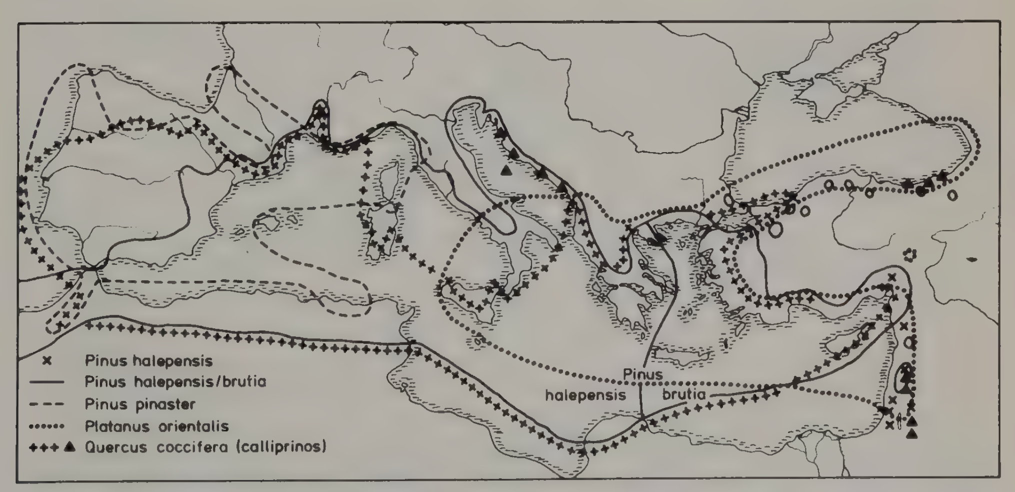


Abb. 229: Verbreitung von Pinus halepensis (Westen) und von P. brutia (Osten); westmediterran: Pinus pinaster, Quercus coccifera; ostmediterran: Platanus orientalis, Quercus coccifera-calliprinos.

Vikariierende Sippen

Westmediterran:	**Ostmediterran:**
Quercus coccifera	Quercus calliprinos
Pistacia terebinthus	Pistacia palaestina
Arbutus unedo	Arbutus andrachne
Quercus ilex	Quercus boissieri
Cedrus atlantica	Cedrus libani
Quercus pyrenaica/afares	Quercus libani
Cistus albidus	Cistus creticus
Juniperus thurifera	Juniperus foetidissima
Abies numidica	Abies cilicica
Quercus faginea	Quercus infectoria

Hauptgliederung (Abb. 231, 232)

Unter Berücksichtigung typischer Geoelemente wurde nach den auftretenden Waldgesellschaften (waldbildende Baumarten) ausgeschieden:

Zentrale Mediterraneis: Westliche (Iberien), mittlere (Pyrenäen – Südfrankreich und Apennin-Halbinsel) und östliche Zone (griechische Halbinsel).

Südwestmediterraneis: Atlasländer, Marokko bis Tunesien.

Südostmediterraneis: (Mediterrane Gebiete von Südwest- und Südanatolien und des Nahen Ostens).

Mediterrane Stufe: Nur einige Baumarten (Waldgesellschaften) kommen in der gesamten Mediterraneis vor (Olea, Ceratonia). Der Südwesten (Argania spinosa, Tetraclinis articulata), noch ausgeprägter der Südosten (Pinus brutia, Quercus ithaburensis) sind gut charakterisiert. Im Zentralteil differenzieren wenige randliche Arten (Quercus brachyphylla, Qu. pedunculiflora).

Submediterrane Stufe: Nur noch Pinus nigra, Castanea sativa (Fraxinus parvifolia) sind verbindende Elemente. Auch hier setzt sich der Südosten (Quercus pseudocerris, Qu. boissieri) ausgeprägter ab als der Südwesten (Quercus afares). Zentral- und südostmediterran sind mehr

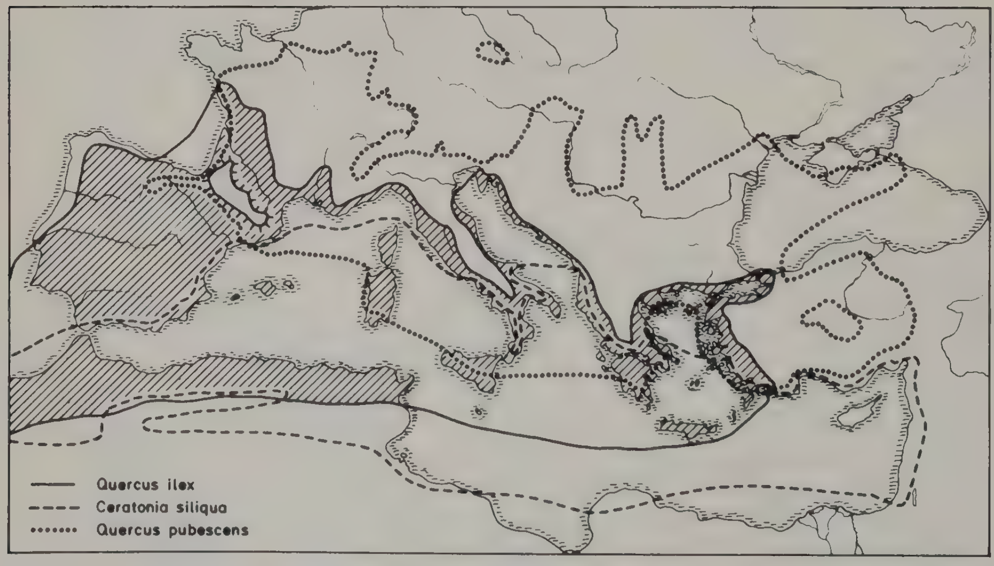


Abb. 230: Abgrenzung der mediterranen Hartlaubwaldregion. Olea europaea ist die am gleichmäßigsten verbreitete Charakterart. Ceratonia siliqua kennzeichnet die wärmsten Standorte. Quercus pubescens (im Westen durch Quercus lusitanica ersetzt) ist submediterran typisch, greift aber noch in den subatlantischen und subkontinentalen Bereich hinaus. Das Quercus ilex-Areal (west-mittel-mediterran) kommt dem Ölbaum nahe.

<table>
<tr><th>Gliederung der Mediterraneis</th><th>südwestmediterran
Nordwestafrika</th><th>zentralmediterran
Iberien-Apenninen-Ägäis</th><th>südostmediterran
Naher Osten</th></tr>
<tr><td rowspan="4">mediterran-montane

Bergwaldstufe</td><td colspan="3">Populus tremula, Taxus baccata</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2">Pinus sylvestris, Fagus orientalis, Acer orientale</td></tr>
<tr><td colspan="2">Juniperus thurifera</td><td></td></tr>
<tr><td>Cedrus atlantica
Abies marocana
Abies numidica</td><td>Fagus sylvatica-moes.
Abies alba-nebrodensis-borisii regis-pinsapo-cephalonica
Pinus leucodermis
Pinus uncinata
Betula pendula
(Alnus viridis)
(Picea abies)
(Pinus mugo)</td><td>Cedrus libani
Cedrus brevifolia
Abies cilicica
Abies equi-trojani
Quercus libani</td></tr>
<tr><td rowspan="3">submediterrane

Eichenwaldstufe</td><td colspan="3">Pinus nigra (15 ssp.), Castanea sativa, Celtis australis, Alnus glutinosa</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2">Quercus cerris, Qu. pubescens, Qu. frainetto, Qu. dalechampii, Fraxinus ornus, Ostrya carpinifolia, Carpinus orientalis, C. betulus, Tilia tomentosa, T. platyphyllos, Juglans regia, Aesculus hippocastanum, Corylus avellana, Juniperus excelsa, Juniperus foetidissima</td></tr>
<tr><td>Quercus afares
Fraxinus dimorpha
Alnus subrotunda</td><td>Quercus lusitanica (val.)
Qu. trojana, Qu. petraea,
Qu. robur
Fraxinus excelsior
Acer pseudoplatanus
Acer obtusatum
Alnus cordata</td><td>Quercus pseudocerris
Qu. anatolica, Qu. boissieri, Qu. brantii, Qu. infectoria, Qu. alnifolia, Acer hyrcanum</td></tr>
<tr><td rowspan="4">mediterrane

Hartlaubwaldstufe</td><td colspan="3">Olea europaea, Ceratonia siliqua, Quercus coccifera, Pistacia lentiscus, Laurus nobilis, Arbutus unedo, Buxus sempervirens, Pinus halepensis, Cupressus sempervirens, Juniperus phoenicea</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2">Quercus ilex, Quercus macrolepis, Cercis siliquastrum, Arbutus andrachne, Platanus orientalis, Pinus pinea</td></tr>
<tr><td colspan="2">Quercus suber, Qu. rotundifolia, Qu. pyrenaica, Qu. canariensis, Qu. faginea, Pinus pinaster</td><td></td></tr>
<tr><td>Argania spinosa
Tetraclinis articulata
Quercus fruticosa
Pistacia atlantica ssp.</td><td>Quercus brachyphylla
Quercus pedunculiflora</td><td>Quercus calliprinos
Quercus ithaburensis
Styrax officinalis
Pistacia palaestina
Pistacia atlantica ssp.
Crataegus aronia
Liquidambar orient.
Pinus brutia</td></tr>
</table>

Abb. 231: Hauptverbreitung der wichtigsten waldbildenden Baumarten (Fenaroli-Gambi 76) im mediterranen Hartlaubwaldgebiet. Das südwestmediterrane (Maghreb) und das südostmediterrane Gebiet (Naher Osten) setzen sich deutlich ab, wie die Areale kennzeichnender Arten und differenziert auftretender Gesellschaften im einzelnen belegen. Damit besteht für das zentrale Gebiet (Iberische bis Balkanhalbinsel) Eigenständigkeit (vgl. Quézel 79), das wesentlich mehr Kontakt mit dem südostmediterranen Raum hat. Die Südwestmediterraneis ist ausgeprägt selbständig. Von den eumediterranen Tieflagen zum montanen Bergwald nehmen die gemeinsamen Arten so stark ab, daß kaum noch verbindende Vegetationselemente auftreten. Dies weist auf den entscheidenden Isolationseffekt hin (Pinus nigra, Abies).

Arten gemeinsam (Quercus cerris, Qu. frainetto), während zentralmediterran nur kleinflächiger verbreitete Arten kennzeichnen (Quercus lusitanica, Quercus trojana).

Mediterran-montane Stufe: Es gibt keine gemeinsam waldprägenden Baumarten oder Waldgesellschaften mehr. Im Südwesten und Südosten differenzieren lokal spezifische Abies- und Cedrus-Arten. Im Zentralgebiet gibt es artenreiche, mesophile Laubwälder.

Die zunehmende Verarmung an gemeinsamen Arten mit steigender Höhe ist waldgeschichtlich bedingt. Es belegt die lange, ausgeprägte Isolation der Bergwälder (8 Abies-Arten, 3 Cedrus-Arten, 15 Pinus nigra-Unterarten). Die Zahl der Endemiten und hygrophilen Reliktarten steigt (Abb. 233, 234).

Gliederung der Zentralmediterraneis	westmediterran Iberische Halbinsel	mittelmediterran Pyrenäen-Apenninen	ostmediterran Dalmatien-Ägäis
mediterran-montane Bergwaldstufe	Pinetum sylvestris		
		Fagetum sylvaticae, Abieti-Fagetum, Aceri-Fagetum, Piceetum subalpinum-Relikte, Pinetum leucodermis	
	Abietetum pinsapis	Abietetum albae (Abies nebrodensis) Pinetum uncinatae Rhododendro-Betuletum Alnetum viridis	Abietetum cephalonicae Abietetum borisii-regis Fagetum moesiacae Phyllitido-Aceretum
submediterrane Eichenwaldstufe	Pinetum nigrae (15 ssp.)		
		Orno-Quercetum pubescentis, Orno-Ostryetum, Quercetum frainetto-cerris, Quercetum trojanae, Querco-Castanetum, Robori-Carpinetum, Quercetum petraeae	
	Quercetum roboris, Juniperetum thuriferae		
	Quercetum lusitanicae	Alnetum cordatae	Ostryo-Carpinetum orient. Quercetum dalechampii Tilio-Castanetum (Juglando-)Aesculo-Tilietum Juniperetum excelsae Juniperetum foetidiss.
mediterrane Hartlaubwaldstufe	Oleo-Ceratonietum, Oleo-Lentiscetum, Quercetum cocciferae, Pinetum halepensis, Pinetum pineae, Juniperetum phoeniceae		
	Quercetum suberis, Viburno-Quercetum ilicis, Pinetum pinastris		
		Platanetum orientalis	
	Quercetum rotundifoliae Quercetum pyrenaicae Quercetum canariensis Asparago-Rhamnetum Gymnosporio-Periplocetum		Quercetum calliprini Quercetum brachyphyllae Quercetum macrolepidis Orno-Quercetum ilicis Andrachno-Quercet. ilicis Cocciferae-Carpinetum o. Aceretum sempervirentis Pinetum brutiae Cupressetum sempervir.

Abb. 232: Gliederung der Zentralmediterraneis nach den wichtigsten Waldgesellschaften der Höhenstufen. Größere Gemeinsamkeit zeigt die mediterrane Stufe. Das mittelmediterrane Gebiet ist am wenigsten charakterisiert. Noch ausgeprägter als westmediterran setzt sich das ostmediterrane Gebiet ab, da von Südosten manche Gesellschaften einstrahlen. Mittelmediterran besteht noch der stärkste mitteleuropäische und alpine Einfluß.

Zentralmediterrane Vegetationsgliederung

Nach geographischer Analyse ist eine Untergliederung zweckmäßig, wie beispielsweise schon der submediterrane Klimaxwald zeigt:

Quercion afaris	Südwesten, Nordwestafrika
Quercion lusitanicae	Westen, Iberische Halbinsel
Quercion pubescenti-petraeae	Südfrankreich, Apennin-Halbinsel
Orno-Ostryon	Osten, Balkan-Halbinsel
Quercion pseudocerridis	Südosten, Naher Osten

Eine lokal bis regionale pflanzengeographische Gliederung erleichtern Artenreichtum, genetische Variabilität und geographische Zergliederung in Halbinseln und Inseln sowie differenzierte postglaziale Wanderungsvorgänge.

c) Gliederung der zentralen Mediterraneis

Mediterrane Stufe: Die größere Einheitlichkeit dokumentiert sich in vielen gemeinsamen Arten. Westmediterran (Quercus lusitanica) und ostmediterran (Quercus brachphylla) setzen sich deutlicher ab, während das mittelmediterrane Gebiet keine waldbildenden Baumarten differenziert.

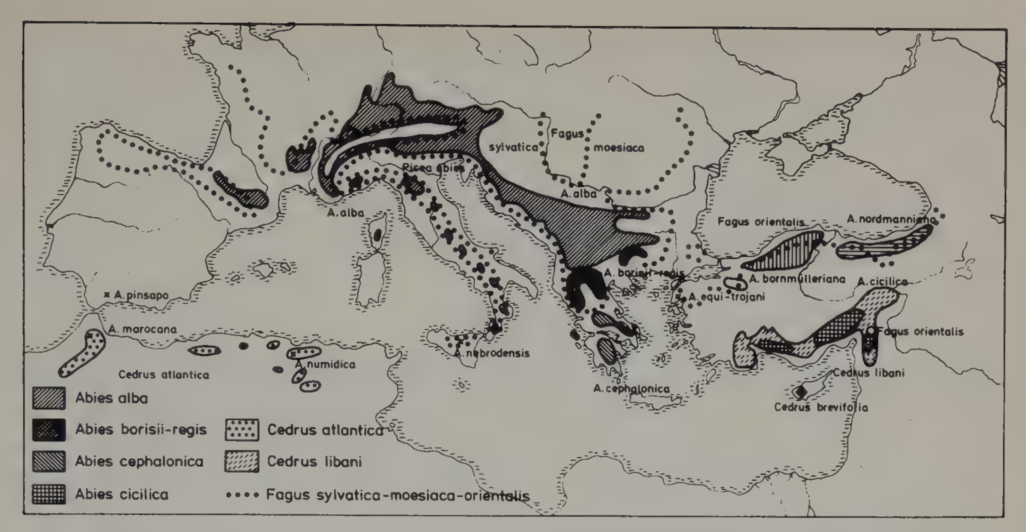


Abb. 233: Verbreitung mediterran-montaner Arten: Abies-Arten: maroccana, pinsapo, numidica, nebrodensis, borisii-regis, cephalonica, cilicica, equi-trojani, alba, ferner bornmülleriana, nordmanniana. Cedrus-Arten: atlantica (Atlas), breviolia (Zypern), libani (Taurus-Libanon). Zur Abgrenzung Fagus sylvatica-moesiaca-orientalis.

Submediterrane Stufe: Nur Flaum-, Stiel- und Traubeneiche sind noch gleichmäßiger verbreitet, sonst bestehen west- und ostmediterran durch ausgeprägte Eigenständigkeit kaum Berührungspunkte. Mittel- und ostmediterran mit größerer Verwandtschaft. Mittelmediterran differenzieren nur wenige Arten.

Mediterran-montane Stufe: Sie ist einheitlicher aufgebaut als im Südosten und Südwesten. Tannen- und Buchen-Arten differenzieren. Durch die niederschlagsreicheren Gebirge konnten sich sogar noch subalpine Arten reliktisch erhalten: Picea abies, Alnus viridis.

Einheitlichere Wanderungsbedingungen haben zu einer geringeren Isolation und zu einem einheitlicheren Waldbild als im Südwesten und Südosten geführt.

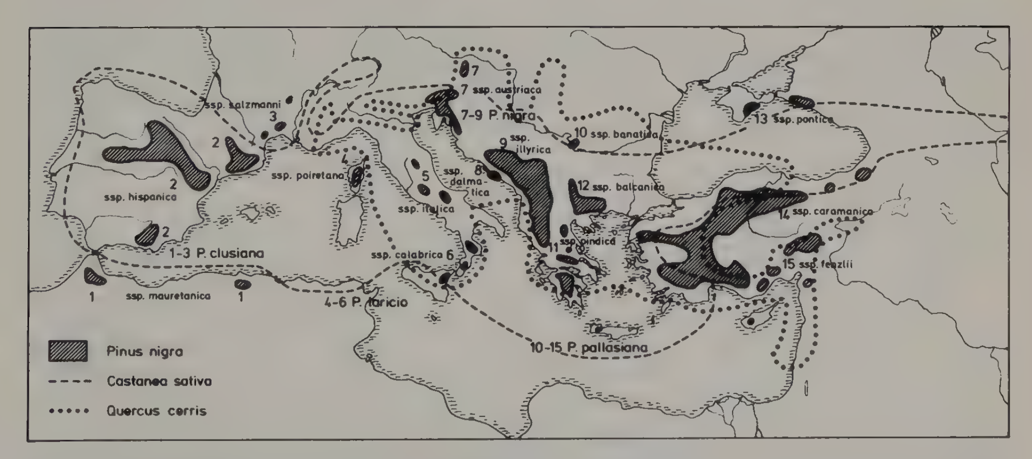


Abb. 234: Geographische Herkünfte der Schwarzkiefer (Pinus nigra): Pinus clusiana (mauretanica, hispanica, salzmani), Pinus laricio (poiretiana, italica, calabrica), Pinus nigra (austriaca, dalmatica, illyrica, banatica), Pinus pallasiana (pindica, balcanica, pontica, caramanica, fenzlii). Zur Abgrenzung die Areale von Castanea sativa, Quercus cerris (mittel- bis ostmediterran).

B. Mittelmediterrane Hartlaubwaldzone

I. Mediterrane Hartlaubwaldstufe

1. Tief-(Eu-)mediterraner Ölbaum-Johannisbrotbaum-Pistazien-Buschwald (Oleo-Ceratonion, BRAUN-BLANQUET et al. 52)

a) Allgemeine Charakteristik

Verbreitung: (Abb. 222): Trockenste, wärmste und frostärmste Lagen des immergrünen Hartlaubwaldgebietes, speziell schmale Küstenstreifen im Norden (−100 m), etwas breiter im Süden (−400/600 m). Einzelne sonnseitige, küstennahe Exklaven in der höheren, feuchteren und etwas kühleren Quercion ilicis-Zone. Durch jahrtausendelange anthropogene Beeinflussung (Axt, Weide, Vieh, Feuer) dominieren sekundäre Gesellschaften, Quercus coccifera, Pinus halepensis-Aufforstungen und Waldersatzeinheiten, baumlose Macchien, Phrygana. Der ehemals dichtere Wald ist bis auf sporadische Reste verschwunden.

Standort: Niederschlagsarm (360−600 mm), hohe Jahresmitteltemperatur (17−18° C), relativ warme Winter (Januar −8−12° C). Das trockenheiße Klima begünstigt xeromorphe, aber wärmebedürftige, frostempfindliche Pflanzen. Dominierend Kalkgestein, Lehm (Silikat) mit mediterranen, regressiv entwickelten Trockenwaldböden (terra rossa und terra fusca); ausgedehnte Verkarstungsgebiete mit Bodenerosion (z. B. Peloponnes). Der intensiv wirtschaftende Mensch hat im Mediterrangebiet in weniger als 3−4 Jahrtausenden einen Boden zerstört, der zu seiner Entstehung mindestens ebensoviel Zeit oder noch länger benötigte.

Aufbau: B: Ceratonia siliqua, Olea europaea, Pistacia lentiscus (westlicher Schwerpunkt). Von Natur aus würden geschlossene, relativ unterwuchsarme Wälder (8−12/15 m) auf den besten, heute meist gerodeten Standorten stocken. Die gute Wuchsleistung der Bäume in Gärten und bei Aufforstungen unterstreichen dies. An flachgründigen, felsigen Standorten mit buschwaldartig aufgelösten Beständen dringen zahlreiche Hartlaubsträucher ein. Reichhaltige Strauchschicht, die sich mit zunehmender natürlicher oder anthropogener Auflösungstendenz vital entwickelt: Phillyrea (latifolia, angustifolia, media), Rhamnus (lycioides ssp. oleoides, alaternus, myrtifolius), Erica (arborea, manipuliflora), Chamaerops humilis, Calycotome (villosa, spinosa), Cistus (salviifolius, incanus, creticus), Juniperus (phoenicea, oxycedrus), Ephedra (fragilis, alte). Optimale Entwicklung von Lianen: Rubia (peregrina, laevis), Smilax aspera, Lonicera (implexa, etrusca, arborea), Asparagus (acutifolius, albus, aphyllus), Clematis cirrhosa, Tamus communis. Regional stark unterschiedliche Krautschicht mit Arten aus dem immergrünen Hartlaub-Eichenwald, aber auch Elemente offener Hartlaubgebüsche (Macchie): Arisarium vulgare, Geranium purpureum, Prasium majus, Phagnalon rupestre, Cneorum tricoccum, Globularia polium.

Gliederung der Gesellschaft

Auf Grund der größeren Wärmeansprüche bzw. Kälteempfindlichkeit von Ceratonia siliqua:

wärmster tieferer Wuchsraum:	Oleo-Ceratonietum
kühlerer höherer Wuchsraum:	Oleo-Lentiscetum

Relativ gleichmäßig sind Olea, Ceratonia und Pistacia verbreitet. Baumarten charakterisieren regional: Quercus ilex (mittel-mediterran), Quercus rotundifolia (SO-Spanien), Quercus calliprinos (Naher Osten, Barqa Cyrenaica), Quercus suber (west-mediterran, Marokko), Quercus pubescens ssp. anatolica und Pyrus amygdaliformis (Anatolien). Pinus halepensis (Westen bis Mitte) und Pinus brutia (Osten) herrschen vielfach in degradierten Beständen vor. Juniperus phoenicea dominiert auf extremen Standorten (SO-Spanien auf Dünen, Zypern, Libanon), Myrtus communis auf frischen. Nur im Oleo-Ceratonion spielen im Vergleich zum Quercetum ilicis Bäume mit eßbaren Früchten (Johannisbrotbaum, Ölbaum) eine wesentliche Rolle. Die Wiege der

europäischen Kultur im ägäischen Raum ist weitgehend an diese Vegetationszone gebunden.

Ostmediterrane Trennarten: Calycotome villosa, Teucrium polium, Cistus salviifolius Cistus incanus ssp. creticus, Corydothymus capitatus, Sarcopoterium spinosum, Quercus calliprinos, Styrax officinalis, Cercis siliquastrum, Arbutus andrachne, Pinus brutia, Salvia triloba, Calycotome villosa, Scorzonera cretica.

Westmediterrane Schwerpunktarten: Arbutus unedo, Pinus halepensis, Quercus suber, Phillyrea angustifolia, Periploca laevigata, Ulex australis, Pistacia terebinthus.

Nordafrika: Sideritis romana var. numidica, Arbutus pavari, Smilax aspera var. mauretanica.

Naher Osten: Rhamnus palaestinus, Crataegus aronia, Pistacia palaestina (terebinthus nahestehend), Majorana syriaca.

Anatolien: Quercus pubescens var. anatolica, Colutea cilicica, Genista anatolica.

Südost- und südwestmediterrane Vorkommen sind durch Trennarten so gut charakterisiert, daß eine west-mittel- und eine ostmediterrane Gesellschaftsgruppe unterschieden werden können (Quézel-Barbéro-Akman 78).

b) Südfranzösisches Oleo-Lentiscetum

Im Vergleich zu Marokko und zur südlichen iberischen Halbinsel existieren nur kleinflächige Vorkommen in geschützten Lagen der Seealpen bis 200 m, durch den intensiven anthropogenen Einfluß nur noch lockere Gebüschwaldreste (2–4 m); Silikat-Standorte bei Nice. Fragmente in Nordkorsika (Ellenberg 64). Baum- und Strauchschicht: Ceratonia siliqua, Olea europaea var. oleaster, Pistacia lentiscus, Rhamnus alaternus, Quercus ilex, Phillyrea angustifolia; ferner Lonicera implexa, Ruscus aculeatus, Clematis flammula; **K.:** Arisarium vulgare, Geranium purpureum, Thrincia tuberosa, Orchis provincialis, Asparagus acutifolius, Euphorbia characias. Auf Kalk differenzieren noch Calycotome spinosa, Coronilla valentina (Euphorbia dendroides). Gesellschaftsrestbestände vielfach von Pinus halepensis oder gepflanztem Eucalyptus überstanden.

2. Mediterraner Steineichenwald

a) Französische typische Gesellschaft (Quercetum ilicis galloprovinciale, Braun-Blanquet et al. 52; Viburno tini-Quercetum ilicis, Rivas-Martinez 74)

Trotz der ausgedehnten Verbreitung ist der Arten-Grundstock der typischen mediterranen Gesellschaft weithin ähnlich. Braun-Blanquet (52) hat eine subhumide Mediterran-Klimaxgesellschaft beschrieben. In niederschlagsärmeren (über 500–600 mm), tiefmediterranen Berglagen, ohne wärmste Standorte, werden auf Kalk- und Silikat-Unterlage bis 400 m (Gard), 750 m (Provence) und 800 m (Sainte Baume) in den Seealpen erreicht; Languedoc (Freitag 64).

Aufbau: Seltene, naturnahe Bestände sind hochwüchsig (10–20/25 m, bis 3 m ∅, bis 1000 Jahre alt), geschlossen und besitzen nur eine gering entwickelte Strauchschicht mit wenig Lianen. Heute dominieren gering bis mittelwüchsige (5–10/15 m), locker aufgebaute Nieder- und Mittelwaldbestände mit Quercus ilex (Acer monspessulanum); reichlich Großsträucher: Phillyrea media, Arbutus unedo; Kleinsträucher: Rhamnus alaternus, Ruscus aculeatus; zahlreiche Lianen: Lonicera etrusca, Smilax aspera, Clematis flammula. Bei Beweidung und kurzem Umtrieb (10 Jahre) entstehen Buschwaldbestände von Macchien-Charakter.

Assoziations-CA.: Ruscus aculeatus, Phillyrea media, Carex distachya, Lonicera implexa, Viburnum tinus, Rosa sempervirens, Asplenium adiantum-nigrum ssp. onopteris, Luzula forsteri, Cyclamen repandum. **Verbands-CA.:** Asparagus acutifolius, Lonicera etrusca, Viola scotophylla, Arbutus unedo, Pistacia terebinthus, Euphorbia characias, Bupleurum fruticosum. **Ordnungs-CA.:** Rubia peregrina, Quercus coccifera, Phillyrea angustifolia, Clematis flammula ssp. flammula. Smilax aspera, Pistacia lentiscus, Jasminum fruticans, Daphne gnidium, Olea europaea var. oleaster. Die französische Gesellschaft differenzieren: Teucrium chamaedrys ssp. pinnatifidum, Rhamnus infectoria, Calycotome spinosa; Carex olbiensis auch Italien.

Untergliederung: Die typische Untergesellschaft mit Pistacia terebinthus et lentiscus gedeiht auf Kalk-Roterde (Rhamnus alaternus, Viola scotophylla, Euphorbia characias). Buxus sempervirens auf skelettreichen Kalkböden höherer Lagen leitet oberhalb von 300/400 m zum Buxo-Quercetum pubescentis über. Die Quercus pubescens-Untergesellschaft auf silikatischen Alluvial- und Pliozän-Terrassen (Languedoc) mit lessivierten Böden trennen Erica scoparia, Fragaria viridis, Sorbus domestica, Filipendula hexapetala. Auf kristallinem Gestein (Côte d'Azur, Massiv des Maures) tritt kleinflächig eine Kontakteinheit zum Korkeichenwald auf (Quercus suber, Erica arborea, Lavandula stoechas). Bei kurzem Niederwaldumtrieb entwickelt sich eine Arbutus unedo-Erica arborea-Degradationseinheit auf Silikat (Pinus halepensis, Phillyrea angustifolia). Nach Brand weitere Degradation zur Erica arborea-Myrtus communis-Heide.

Die gesamte Biomasse 100–150 j., 10–12 m hoher Quercus ilex-Niederwaldbestände (39 m^2) bei Montpellier war mit 271 t/ha relativ hoch, mittlere Produktivität 6–7 t/ha (LOSSAINT-RAPP 78). BRAUN-BLANQUET (52) hat einen leidenschaftlichen Appell zur Erhaltung der französischen Quercus ilex-Waldreste gerichtet, damit nicht durch Brand, zu kurzfristigem Niederwaldbetrieb oder Umwandlung in Weideland die für den Naturschutz interessanten Reste für kommende Generationen verloren gehen.

b) **Hochmediterraner Bergland-Steineichenwald** (Quercetum ilicis mediterraneo-montanum bzw. Asplenio onopteris-Quercetum ilicis)

In den silikatischen Süd-Cevennen und östlichen Pyrenäen tritt zwischen 300–700 (960) m ein an eu-mediterranen Sträuchern verarmter (Pistacia lentiscus, Quercus coccifera) Steineichenwald auf, den mitteleuropäische und montane Arten bereichern (Sorbus aria, Fagus sylvatica, Corylus avellana, Taxus baccata). Bei jährlichen Niederschlägen von 1000–1400 mm ist die humusreiche Braunerde biologisch sehr aktiv. Die dominierende Quercus ilex charakterisieren regional: Rubia peregrina, Ruscus aculeatus, Phillyrea media, Clematis flammula, Arbutus unedo, Lonicera etrusca; ferner Acer monspessulanum; Differentialarten zum Quercetum gallo-provinciale: Erica arborea, Asplenium adiantum-nigrum ssp. onopteris, Luzula forsteri, Teucrium scorodonia, Rubia peregrina, Carex distachya. Den humiden Gesellschaftscharakter belegen ferner: Hedera helix, Ilex aquifolium, Dryopteris filix-mas.

Pyrenäen (RIVAS-MARTINEZ 76): Quercus suber-Untergesellschaft (Lonicera implexa, Viburnum tinus, Phillyrea media). Azidophile Buxus- und Sarothamnus-Einheit (GRUBER 80); kleinflächig auch Quercetum suberis.

Italien: Für Mittel- und Süditalien (500–900 m) ist das subhumide Viburno-Quercetum typisch; Asparagus scaber. Der mesophile Bergland-Steineichenwald mit Flaumeiche (Teucrio siculi-Quercetum ilicis, GENTILE 69) tritt an der Adriaküste in Latium, Campanien, Süditalien und Sizilien neben dem typischen Hochlagen-Steineichenwald auf. Lokale Arten: Teucrium siculum, Viola alba ssp. denhardtii; auch Asplenium onopteris. Im Südapennin (−800 m, BONIN-BRIANE-GAMISANS 76) mit **B.:** Quercus ilex, Fraxinus ornus, Ostrya carpinifolia, Acer obtusatum (Flaum- und Zerreiche), Ilex aquifolium. **K.:** Cornus mas, Coronilla emerus, Cytisus sessilifolius, Chamaecytisus hirsutus. Übergang zum Orno-Quercetum ilicis.

Sardinien: Für den Bergland-Steineichenwald mit guter Leistungsfähigkeit von Quercus pubescens gelten als Trennarten: Taxus baccata, Ilex aquifolium, Acer monspessulanum, Ostrya carpinifolia, Sanicula europaea, Cephalanthera longifolia, C. damasonium (ARRIGONI 68). Auf einer Großbrandfläche bei Orgosolo südlich Nuoro haben SUSMEL-VIOLA-BASSATO (76) eine eingehende Ökosystem-Analyse von hochmediterranen Quercus ilex-Beständen in 1000 m Höhe durchgeführt. Submediterrane Flaumeichenwaldarten spielen schon eine größere Rolle; ferner Santolina corsica, Odontites corsica, Paeonia russi.

Korsika (BURRICHTER 79, ELLENBERG 64, GAMISANS 76): Im relativ niederschlagsreichen Golf von Porto kommen bis 300 m auf mediterranen Braunerden bis Rotlehmen (Granit) wüchsige (18–25 m) Steineichenwälder vor (Abb. 237), die dem subhumiden Viburno-Quercetum ilicis entsprechen.

Sardisch-Korsischer Streifenfarn-Steineichenwald (Asplenio onopteris-Quercetum ilicis, GAMISANS 76). Hochmediterran (500–800/1000 m) dominiert Quercus ilex, vereinzelt Pinus pinaster et

nigra, Quercus pubescens. Deckende Strauchschicht: Erica arborea, Arbutus unedo. Bezeichnend Teucrium scorodonia, Pteridium aquilinum; ferner Cistus villosus, Lonicera etrusca. Zum Quercetum gallo-provinciale differenzieren: Fraxinus ornus, Galium ellipticum, Lathyrus venetus (typische Ausbildung), Anemone apennina, Helleborus lividus ssp. corsicus. Die Degradationsausbildung (500–900 m) mit Lavandula stoechas und Pinus pinaster kennzeichnen Macchien-Gebüsche: Cistus creticus, salviifolius et monspeliensis.

Pinus pinaster-Untergesellschaft (Gamisans 76). Zwischen 600–1000 m auf Sonnseiten (Silikat) als Paraklimax weit verbreitet treten in Korsika zu dominierenden Pinus pinaster und Quercus ilex Charakterarten des Hartlaubwaldes (Rubia peregrina, Arbutus unedo, Cytisus villosus). Heliophile Arten fallen auf: Brachypodium retusum, Sanquisorba minor, Carlina corymbosa, Cistus creticus.

Hochmediterrane Ilex aquifolium-Ausbildung (Gamisans 76). Zwischen 800–1000/1100 m schattseitig der Stechpalmen-Steineichenwald auf Silikatstandorten. Neben Quercus ilex, Erica arborea, Teucrium scorodonia fallen auf: Ilex aquifolium, Festuca heterophylla, Galium rotundifolium, Potentilla micrantha und Asplenium onopteris.

3. Orno-Quercetum ilicis (Barbéro-Bonin 80)

Randlich nimmt die ostmediterrane Gesellschaft im Nordapennin (100–300 m) Felsstandorte in geschützten Tälern ein. **CA.:** Fraxinus ornus, Ostrya carpinifolia, Cyclamen hederifolium. Hochmediterrane Arten: Quercus pubescens, Ilex aquifolium, Luzula forsteri, Coronilla emerus, ferner Pulicaria odora, Arbutus unedo, Asplenium adiantum-nigrum ssp. onopteris, Phillyrea media.

4. Korkeichenwald (Quercetum suberis)

Ausklingendes Areal in den französischen Seealpen, Sardinien und Westitalien (bis 800/1200 m), noch Dalmatien. Korkeichenwald mit Erica arborea, Lavandula stoechas (Braun-Blanquet 52).

5. Mediterraner Quercus pubescens-Qu. trojana-Wald

Bei Bari (200–400 m, Gioa del Colle) Quercus trojana dominierend; Quercus coccifera, Ilex aquifolium. Reichlich Macchienpflanzen: Phillyrea latifolia et angustifolia, Ruscus aculeatus, Laurus nobilis, Daphne gnidium, Myrtus communis, Osyris alba, Asparagus acutifolius, Smilax aspera, Rhamnus alaternus.

6. Kermes-Eichenwald (Quercetum cocciferae)

Die südwest- bis südostmediterranen Kermeseichenwälder haben gemeinsame Arten wie Lonicera etrusca, Phillyrea media, Pistacia lentiscus, Tamus communis, Jasminum fruticans, Osyris alba. In der West- und Mittel-Mediterraneis ist das Quercetum cocciferae ein durchwegs niedriges Gebüsch mit geringer Konkurrenzkraft, eine Dauer- oder Pioniergesellschaft im Quercetum ilicis-Areal. Im Osten ersetzt das vielfach hochwaldartige Quercetum cocciferae ssp. calliprini als Klimaxgesellschaft das Quercetum ilicis.

Frankreich-Katalonien: Aus der Provence (bis 600 m) und dem Languedoc (bis 300 m) hat Braun-Blanquet (52) eine 0,8–1,5 m hohe Kermeseichen-Garigue als charakteristisches Degradationsstadium des Steineichen-Klimaxwaldes beschrieben. Dank der außerordentlichen Ausschlagfähigkeit übersteht Quercus coccifera intensiven Verbiß und wiederholte Brände wesentlich besser als Quercus ilex. **CA.:** Teucrium chamaedrys ssp. pinnatifidum, Rumex intermedius, Vincetoxicum nigrum. Quercion ilicis-Arten dominieren: Asparagus acutifolius, Euphorbia

characias, Quercus ilex, Lonicera etrusca, Rhamnus alaternus, Phillyrea angustifolia, Pistacia lentiscus. In Katalonien (Bolos 56) analoge Gesellschaft (auch Pinus halepensis) mit ähnlichen Untergesellschaften; auf Kalksteinrotlehm mit Brachypodium ramosum auf wenig durchlässigem Kalkmergel mit Rosmarinus officinalis (Aphyllantes monspeliensis), auf bodensauren quarzitischen Böden mit Calluna vulgaris (Erica arborea, Lavandula stoechas, Calycotome spinosa, Cistus salviifolius). Eine Untergesellschaft mit Bupleurum frutescens steht im Kontakt mit Quercus ilex ssp. rotundifolia- und Quercus lusitanica ssp. valentina-Beständen (Bolos 56).

7. Degradationsstadien des mediterranen Hartlaubwaldes

Großflächige Degradationsstadien sind auf durchschnittlichen Standorten anthropogen bedingt (Kahlschlag, Brand, Weide). Natürlich treten Gebüsche auf flachgründigen und trockenen Extremstandorten auf. Sie bilden sekundäre Klimaxbestände bei irreversibler Bodenzerstörung (Verkarstung). Teilweise handelt es sich um Waldpionierstadien nach Aufhören des anthropogenen Einflusses (vgl. Dafis-Jahn 75, Horvat-Galvač-Ellenberg 74 Abb. 251).

- ○ geschlossener immergrüner Hartlaubwald – Quercus ilicis
- ○ Hartlaubwald – Macchie – Quercus coccifera-Gebüsch
- ○ Garigue aus vornehmlich Dornsträuchern – Rosmarinus-Garigue
- ○ Phrygana: strauchreiche Polsterflur aus aromatischen Pflanzen – Aphyllantes-Rasen
- ○ Therophytenflur – nackter Boden

Die Rückenentwicklung geht über Cistus- und Pinus halepensis-Pionierbestände. Giacomonini-Fenaroli (58) und Ceballos-Cordoba (42) haben die Degradationsstufen für verschiedene Höhenlagen und Waldgesellschaften zusammengestellt.

a) **Macchie** (Maquis, korsischer Name für Cistus)

2–6/8 m hoch; sehr dichte, mehr oder minder undurchdringliche Hartlaubgehölze eintöniger Zusammensetzung (Montserrat) mit Erica arborea, Arbutus unedo, Pistacia lentiscus, Viburnum lantana, Rhamnus alaternus, Juniperus phoenicea, J. oxycedrus, Spartium junceum; Schlingpflanzen: Smilax aspera, Asparagus acutifolius, Lonicera implexa; auch Quercus coccifera.

Die **Myrten-Macchie** (Calycotomo spinosae-Myrtetum communis, Braun-Blanquet 52) bildet auf kristallinen Standorten der französischen Seealpen eine typische Degradationsgesellschaft des Quercetum ilicis, wie die Waldentwicklung bei ausbleibendem, anthropogenem Einfluß beweist (vgl. Tüxen-Oberdorfer 58). Kahlschlagarten: Pinus halepensis, Pinus pinaster, Cistus und Erica. Nach Niederwaldhieb entsteht auf Silikat eine 4–5 m hohe Erica arborea-Arbutus unedo-Macchie als Degradierungsstadium (Quercus ilex, Pistacia, Phillyrea). Nach Brand dominieren Erica arborea und Myrtus communis. Degradierungsstadien sind weiter als der geschlossene Wald verbreitet.

Die **semiaride Chamaerops humilis-Macchie** (Palmito-Formation) besteht aus 2–4 (7) m hohen Zwergpalmen, der einzigen spontanen, mediterranen Palme im Westen (–2300 m im Atlas). Starke gewerbliche Nutzung der Fasern aus den Blättern für Seile, Matten (Crin végétal), Körbe, Besen; Herzknospe eßbar (Palmkohl).

b) **Phrygana** (Griechenland)

Degradationsstadien des natürlichen Oleo-Ceratonion-Hartlaubwaldes sind futterarme, blütenprächtige und weithin duftende Halbstrauchheiden (Coridothymion); Cistrosen-Zwergstrauchheiden; Phlomis creticus et fruticosa, Lavandula stoechas, Genista, Cistus, Erica; Asphodelus, Sarcopoterium. Die aromatische Polsterflur, halbkugelförmig durch Verbiß, erinnert an Dornpolstersteppen der ostmediterranen Hochgebirge.

Als **Tomillares** bezeichnet man in Spanien die degradierte Cistus-Ausbildung (salviifolius, albidus, monspeliensis, populifolius, parvifolius).

c) Garigue (Frankreich)

Sehr niedrige (–1 m), immergrüne offene Gebüsche auf magerem, steinigem Weideland und Felstriften, vielfach auf Kalkgestein; Rosmarinus officinalis, Erica multiflora et manipuliflora, Cistus monspeliensis, Cistus creticus, Cistus salviifolius im submediterranen Grenzgebiet; Ephedra, Brachypodium ramosum, Hauptleitpflanze in Südfrankreich Quercus coccifera (Kermeseichengebüsch); mediterrane Ausbildung: Erico multiflorae-Rosmarinetum, Erico-Calycotometum villosae, Erico-Cistetum incani (ssp. cretici). Hochmediterran: Cisto salviifolii-Ericetum arboreae, Genisto sericeae-sylvestris-Ericetum manipuliflorae, Paliuretum spina-christi (adriaticum mit Punica granatum).

d) Hochmediterrane Laurus nobilis-Pseudomacchie

Der Lorbeerwald mit Šibljak-Charakter ist anthropogen weit verbreitet (Siegeslorbeer, Glückspender, Palmzweige) und kommt mehr in Küstennähe auf warm-feuchteren Standorten in der immer- und sommergrünen Übergangsstufe vor. Ausgeprägte Lorbeerwälder sind selten (Abbazia, Monte Maggiore). 4–6 m hohe, dichte gemischte Gebüsche mit Laurus nobilis, Castanea sativa, Quercus pubescens, Ruscus aculeatus, Cyclamen repandum, Fraxinus ornus. Erreicht am Karmel die Südgrenze (Zohary 73); Carpinus duinensis-Juniperus oxycedrus-Gesellschaft in Griechenland. Weit verbreitet auch in SW-Portugal (Algeciras) mit Rhododendron ponticum (10–15 m hoch), Celtis australis. Westmediterran sind reine Bestände in mesophiler Macchie häufiger als im Osten.

e) Regeneration der Macchie

Pignatti (68) hat in der südtoskanischen Maremma auf oligozänem Sandstein in einem typischen Viburno-Quercetum ilicis die Regeneration der Vegetation in Niederwaldbeständen untersucht, die alle 12 Jahre auf den Stock gesetzt und durch häufige Brände infolge der Kohlenbrennerei beeinflußt werden. Besiedlungsfolge je nach Gesellschaft und Standort verschieden: Therophyten, Sträucher, Cistus-Arten auf sauren Böden, Juniperus phoenicea auf Sandböden; Arbutus unedo auf sauren, Arbutus andrachne auf reicheren Böden, Quercus ilex als Endstadium. Abutus unedo breitet sich nach dem Brand am stärksten aus; nach wiederholten Bränden stellt sich als Degradierungsgesellschaft ein Erico scopariae-Lavanduletum stoechas ein. Es spricht für die außerordentliche Vitalität und Stabilität des Ökosystems, daß der seit Jahrhunderten angewandte Niederwaldhieb mit teilweiser Brandbeeinflussung die Stabilität des Ökosystems, Vitalität sowie Ausschlagfähigkeit von Quercus ilex nicht zerstören konnte.

Leistungsfähigkeit der Macchie (Nocentini-Piussi 79). Im Maremma-Naturpark/Toscana wurde eine im 12–18jähr. Niederwaldbetrieb bewirtschaftete 13 m hohe Quercus ilex-Macchie auf Verrucano untersucht. Häufigste Arten: Quercus ilex, Arbutus unedo, Phillyrea latifolia, Fraxinus ornus, Erica arborea, Pistacia lentiscus, Myrtus communis, reichlich Rhamnus alaternus. Man unterscheidet niedrige (2 m) und bewaldete (4 m) Macchien und den mediterranen Hartlaubwald ab 6 m. Die Bestockung ist dicht mit 11 000–31 000 verholzten Gewächsen/ha, Gesamtindividuenzahl 63 000/ha. 6 Jahre nach einem Brand wurden 200 000 Ausschläge gezählt. Bestandeswerte: 4–6 cm ∅, 24 (18–40) m^2, 149 (79–361) fm, Zuwachs 5 fm. Je Jahr und ha kann mit 1 m^3 Holzkohle gerechnet werden. Die Macchie liefert ein ausgezeichnetes Kohlholz von hoher Brennkraft.

8. Auen- und Uferwälder in der mediterranen Hartlaubregion

Diese Spezialgesellschaften bewahren ein boreales Gepräge, da ständig Grundwasser zur Verfügung steht. Im Uferwald der nördlichen Mediterraneis treten mitteleuropäische Arten hervor, die auch im Süden nicht ganz fehlen: Alnus glutinosa s. l. (denticulata, barbata), Populus nigra, P. tremula, P. canescens, P. alba, viele Salix-Arten (alba, caprea, fragilis, purpurea, incana, viminalis), ferner Fraxinus excelsior et parvifolia (angustifolia), Tilia cordata, Ulmus minor,

außerdem Prunus padus, Rhamnus catharticus, Frangula alnus, Myricaria germanica, Hippophaë rhamnoides. Viele Lianen, die wesentlich vitaler sind als in Mitteleuropa. Die meisten Standorte wurden für die Landwirtschaft bis auf Rudimente gerodet; in jüngster Zeit teilweise mit Eucalyptus wieder aufgeforstet.

a) Oleander-Tamarisken-Auen-Pioniergebüsch (Nerium oleander-Tamarix tetranda-Assoziation, Krause-Ludwig-Seidel 63; Griechenland/Vardar, Nikolovski 58)

Charakterart ist der besonders frostempfindliche, immergrüne Oleander auf grundwasserführenden, regelmäßig überfluteten Kies- und Sandbänken mit Tamarix tetranda. Diese wärmeliebende Pioniergesellschaft leitet die Entwicklung zum Platanen-Auwald ein. **CA.**: Vitex agnus-castus, Inula viscosa, meist Arundo donax, Cercis siliquastrum, ostmediterrane Populion-Elemente: Platanus orientalis, Dracunculus vulgaris, Rubus ulmifolius. Immergrüne Buschwälder beleben durch ihre dekorative Blütenpracht die sonst so kahlen Uferbänke. Der giftige, immergrüne, im Sommer blühende (4–6 m hohe) Oleander steigt durch Frostempfindlichkeit nur bis 300/450 m (Weiden Babylons der Hl. Schrift). Das Spanische Rohr mit 3–4/6 m ist das größte Gras Europas und bambusähnlich. Es wird häufig zu Flechtwerk und für Windschutz verwendet.

b) Saponario officinalis-Salicetum purpureae (Braun-Blanquet 52)

Die initiale bachnächste Auwald-Buschgesellschaft (3–10 m, Languedoc, Südfrankreich) wird oft überschwemmt. **CA.**: Salix purpurea et eleagnos (incana), ferner Alnus glutinosa, Fraxinus parvifolia, Ulmus minor, Populus albus, Alliaria officinalis.

c) Silberpappel-Auwald (Populion albae)

Südfranzösisches Beispiel (Braun-Blanquet et al. 52). Baumschicht: Populus alba, P. nigra, Fraxinus parvifolia, Ulmus minor, Alnus glutinosa, Salic. div. spec. **CA.**: Acer negundo, Iris foetidissima, ferner Bryonia dioeca, Saponaria officinalis, Humulus lupulus, initial Salix-reich. Auch in Katalonien (Bolos 56) ist die Gesellschaft an ständig wasserführenden Wasserläufen ähnlich aufgebaut, ebenso in den Abruzzen (Pedrotti 70) mit Arundo plinii, Salix fragilis, Populus nigra. Das Rubo-Coriarietum myrtifoliae (Bolos 56) ist auf tiefgründigen feuchten Silikat-Standorten Ersatzgesellschaft des Silberpappelwaldes. **CA.**: Coriaria myrtifolia, Rubus ulmifolius, Clematis alba, Cornus sanguinea, Lithospermum purpurocaeruleum.

In **Korsika** dominiert in Flußauwald-Beständen (0–400 m; Gamisans 76) Populus nigra (alba); Fraxinus parvifolia, Alnus glutinosa, Ulmus minor, Alnus cordata. Bezeichnend Saponaria officinalis, Alliaria petiolata, Brachypodium sylvaticum, lokal Mentha suaveolens ssp. insularis, Hypericum hircinum, Eupatorium cannabinum var. corsicum.

d) Eschen-Schwarzerlen-Auwald

Carici-Fraxinetum parvifoliae (Pedrotti 70) in den Abruzzen mit Carex pendula et remota; in Südfrankreich Alno-Fraxinetum parvifoliae (Braun-Blanquet 52). An überschwemmten Bachufern wird die dominierende Schwarzerle begleitet von Fraxinus parvifolia, Populus alba, Ulmus minor. **CA.**: Carex pendula, Circaea lutetiana, Angelica sylvestris, Stachys sylvatica. Dieser Schwarzerlen-Eschenwald leitet zu den typischen Schwarzerlenwäldern über.

Eupatorio corsici-Alnetum glutinosae. Den korsischen Galeriewald mit Alnus glutinosa, Fraxinus ornus an grundfeuchten Flußufern charakterisieren Conyza bonariensis, Lycopus europaeus var. menthaefolius, Borago pygmaea. Alnus cordata-Ausbildung (Hyperico-Alnion vgl. Gamisans 76), auch Buxus sempervirens, Carex remota, Osmunda regalis.

9. Aleppo-Kiefernwald (Pinetum halepensis)

Verbreitung von Pinus halepensis (dünnere Nadeln, Zapfen gestielt): west- und mittelmediterraner Schwerpunkt (Abb. 229). Von Nordwestafrika bis Zentralgriechenland (Chalkidike) ohne Kreta, ostmediterrane Teilvorkommen im Nahen Osten, Pinus halepensis ist die einzige natürliche Pinus-Art in Israel (Hebron) und Jordanien.

Dieser häufigste Nadelwald ist in der tief- und hochmediterranen immergrünen Eichenwaldstufe (0–1200/1800 m) weit verbreitet. Während die westmediterrane Pinus halepensis von Natur aus kleinflächigere Dauergesellschaften im Quercus ilex-Gebiet einnimmt, bildet die ostmediterrane Pinus brutia vielfach eine zonale Höhenstufe. Nach Wuchsleistung und Ausformung lassen sich zwei Ausbildungen unterscheiden:

Tiefmediterran: Offene bis geschlossene Bestände (überwiegend Pinus halepensis) sind durch geringe Wuchsleistung (7–15/20 m) bei mäßiger bis schlechter Tieflagenausformung gekennzeichnet; krummschaftig, selten gerade, starkastig, breitkronig.

Hochmediterran: Ziemlich geschlossene Bestände (überwiegend Pinus brutia) sind wüchsig (15–25/30 m), geradschaftig mit relativ guter Astreinigung, schmalkronig, Vorrat 200–400 Vfm.

Durch Anspruchslosigkeit, geringe Transpirationsintensität (bis 300 mm N), Besiedlung aller geologischen Unterlagen, reichliche Roh- und Brandbodenverjüngung (Horvatić 63), häufige Invasion in degradierten Eichenwäldern hat sich die Pionierbaumart anthropogen weit über das ursprüngliche Areal hinaus ausgedehnt. Der oft dichte Unterwuchs mit Macchien-Sträuchern auf Hartlaubwald-Standorten deutet darauf hin. Urwaldartige Hartkiefernwälder (Mljet/Adria oder Melilla/Rabat) sind von Natur aus stammzahlreich, unterwuchsärmer und können dicht geschlossen sein. Nur an der Trockengrenze und auf flachgründigen Rücken treten von Natur aus weitständige Dauergesellschaften geringer Wuchsleistung auf (5–10 m).

Durch frühzeitige Samenbildung (ab 6 Jahre) und gute Migration des Samens über weite Entfernung ist Pinus brutia die natürliche Pionierbaumart mit intensiver Seitenbesamung nach Zerstörung des eichenreichen Klimaxwaldes. Im Schutze der Pionierbestockung wandern Bäume und Sträucher wieder ein. Nur in der Anfangsphase, kaum noch in der Übergangsphase, aber nicht mehr beim Endstadium kann sich die Hartkiefer natürlich verjüngen. Durch Nutzung und Beweidung wird die Entwicklung zum Klimaxwald verzögert, sogar rückläufig. Die in der Jugend raschwüchsige, nicht langlebige (bis 120/150 Jahre) Hartkiefer ist extrem lichtbedürftig, besitzt große Windfestigkeit und ist besonders waldbrandgefährdet (Harz, lange Nadeln). Ausgedehnte Aufforstungen von degradierten Eichenwäldern und Macchienbeständen wurden zur Holzproduktion, zum Erosionsschutz und zur Harzgewinnung durchgeführt. Pinus halepensis/brutia war früher als Schiffsbauholz (Bau- und Brennholz) sehr gesucht. Der Baum reicht an felsigen Küsten an das Meer heran; einst dem Poseidon geweiht. Die Hartkiefer liefert reichlich Harz (Rezina-Wein), 1,5–4/6 kg Harz/Baum. Bei einem durchschnittlichen Produktionszeitraum von 60–80 Jahren mit 100–150 Endstammzahl ist von 20–50 Jahren zweimalige Pflege notwendig, um entsprechende Dimensionen zu erhalten.

Frankreich (Nahal 62): Pinus halepensis nimmt im meernahen Südostfrankreich bis 800 m ein Areal von 135 000 ha ein mit Schwerpunkt am Südalpenrand zwischen Nice und Marseille und im provençalischen Rhône-Gebiet. Mit 100 Jahren werden 14–25/27 m hohe Bestände aufgebaut (80–200 fm Vorrat, 1,5–5,0 fm Zuwachs). Nach dem unterschiedlichen Niederschlag (400–900 mm Jahr) läßt sich ein subhumider Typ (Marseille-Toulouse) und ein semiarider (Cap Croisette/Corse) ausscheiden. In der Begleitvegetation dominieren sekundäre Macchien-Elemente: Quercus ilex, Rosmarinus officinalis, Lavandula officinalis, Quercus pubescens, Qu. coccifera, Cistus villosus, Aphyllanthes monspeliensis, Pistacia terebinthus, auch Pinus pinaster. Geringwüchsige semiaride Extremstandorte auf Korsika und am Südalpenrand sind zweifellos natürlich, wüchsige subhumide Durchschnittsstandorte dagegen nicht, da nach Einstellung von Nutzung und Weide Quercus ilex in die Pinus-Oberschicht durchwächst, dagegen auf natürlichen Kiefernstandorten krüppelig bleibt und nicht hochzieht.

Italien (Magini 55): Die natürliche Verbreitung läßt sich kaum noch rekonstruieren, da Sekundärvorkommen dominieren; Pinus halepensis in Quercus ilex-Busch-Macchie (Pedrotti 67). Semiaride Vorkommen bei Taranto ohne Quercus ilex-Beimischung und mit geringer

Konkurrenzierung sind relativ naturnah. Von den 20 000 ha Aleppo-Kiefernwäldern Süditaliens stockt ein großer Teil sekundär auf Eichenwaldstandorten bis etwa 500/700 m bei 800–900 mm N, Sommer 100 m. Auf der Halbinsel Gargano (4000 ha) sind die subhumiden, steinigen Standorte trockener; Sommer 65–75 mm. Die Wuchsleistungen sind gering: 100–120 Stämme/ha, 50–200 fm.

10. Pinienwald (Pinetum pineae)

Das Arealzentrum befindet sich in den westlichen Mittelmeerländern bei Dünen- und Strandwäldern in Italien (Pineta di Ravenna) und besonders in Südiberien (Alt-Kastilien bis Südportugal, Abb. 249). Die circummediterrane Pinie ist im Osten ziemlich selten (ZOHARY 73): Libanon, Relikte bei Trabzon, im Taurus bei Maras und Antalya, Pinienwald bei Pergamon/Izmir. Ausgedehnte reine Pinien-Bestände wurden künstlich begründet (Viareggio, MAGINI-MORANDINI 63), auch im Osten. Meist in Küstennähe (höchste Bodenversalzung Juli-August, IBRAHIM-RAPP 79) und vor allem auf tiefgründigen, untergrundfrischen Silikat-Böden baut die ausgesprochene Lichtbaumart lockerstehende, 15–25 m hohe Bestände mit dichten, typischen Schirmkronen auf, selten im Bergland (Bergamo) bis 1000 m. Westmediterrane Dünenwälder kennzeichnen eine ziemlich strauchreiche macchienähnliche Untervegetation mit Juniperus phoenicea, J. oxycedrus (macrocarpa), Genista triacanthus, G. gibraltarica, reichlich enedemische Ulex-Arten (europaeus), Cistus- und Erica-Arten.

In den meisten Tieflagen trat Pinie durch die Konkurrenz des Quercus ilex-Waldes, von extremeren Dünen-Standorten abgesehen, nur vereinzelt auf. Der Anbau reiner Bestände dient in erster Linie der Produktion der eßbaren Samen. Vom Alter 25 an beginnt die Pinie bis zum Optimum im Alter 50 und bis 80 Jahre reichlich Samen zu produzieren, im Durchschnitt 2500–3000 kg Zapfen je ha (60–100 kg Pignioli). Die Auslese von forstgenetischen Plusbäumen mit überdurchschnittlicher Zapfenproduktion wird durchgeführt. Bei einem Endbestand mit 250–350 fm Vorrat liegt der dgz bei 3–5 fm. Zur Ausweitung der Produktionsbasis werden auch versumpfte Standorte entwässert. In jungen Reinbeständen (Dünenaufforstungen) verursacht Pissodes notatus schwere Schäden, ein Pilz (Sphaeropsis necatrix) oft 50% Samenausfall. Die Pineta di Ravenna sind durch die Industrialisierung (Immission) stark geschädigt, bestandesweises Absterben (SCOSSIROLI 76).

11. Sternkiefernwald (Pinetum pinastris)

Am Golf von Porto (Korsika) kommen von 400–900 m auf Granit wüchsige (20–30 m) Bestände vor mit Quercus ilex und Pinus nigra gemischt. Kleinflächig apuanische Alpen (GAMISANS 76).

12. Wacholder-Gebüsche (Juniperetum phoeniceae)

Dünenbuschwälder in der Camargue/Rhône-Mündung. Wacholder baut 5–8 m hohe geschlossene Gebüsche auf, darunter bildet sich eine 2–4 m hohe, kaum durchdringbare Strauchschicht. Durch viele Charakterarten (Phillyrea angustifolia, Pistacia lentiscus, Rhamnus alaternus, dazu Stickstoffzeiger wie Urtica urens und Galium aparine) hat BRAUN-BLANQUET (52) die Einheit als Quercetum ilicis juniperetosum phoeniceae beschrieben.

Kalkfelsgebüsche (Drôme, 400–500 m, GAMISANS-GRUBER 79) mit Rubia peregrina, Pistacia terebinthus, Teucrium chamaedrys ssp. pinnatifidum, Helichrysum stoechas.

Hochmediterranes Buxo-Juniperetum phoeniceae. Juniperus phoenicea ssp. lycia (mehr südlich) baut im Quercion ilicis-Areal (700–1150 m, Rendzina) weit verbreitete, dichte Gebüsche auf; Amelanchier ovalis, Juniperus oxycedrus, Rosmarinus officinalis, Bupleurum fruticescens, Cistus albidus. Überwiegend sekundär, auf Extremstandorten natürliche Waldpioniergesellschaft.

II. Submediterrane Flaumeichenwaldstufe

Bei zunehmendem Winterfrost werden die immergrünen Eichen durch die winterkahle Flaumeiche abgelöst, die überwiegend artenreiche Stockausschlagwälder aufbaut. Die mitteleuropäischen Quercus petraea und robur werden submediterran durch 12 sommergrüne Eichen ersetzt. Das Mannigfaltigkeits- und Areal-Zentrum des Flaumeichenwaldes liegt in Südosteuropa. Da südost- und ostmediterran Flaumeiche nur sekundär auftritt, im Südosten auch im kontinentalen Binnenland häufig ist, grenzt sie nicht typisch das gesamte submediterrane Gebiet ab. Submediterraner Vegetationscharakter (HORVAT-GLAVAČ-ELLENBERG 74): «In der klimazonalen, submediterranen Vegetation herrschen von Natur aus keine immergrünen Hartlaubgehölze vor, sondern geben laubwerfende Bäume den Ton an, wobei noch zahlreiche Arten mit mediterranem Verbreitungsschwergewicht vorkommen. Xerotherme Fallaubwälder sind floristisch selbständig und mannigfaltig, ökologisch gut umgrenzt und historisch gewachsen.»

Submediterrane Geoelemente: Quercus pubescens, Castanea sativa, Ostrya carpinifolia, Celtis australis, Sorbus torminalis et domestica, Fraxinus ornus, F. parvifolia, Buxus sempervirens, Cornus mas, Coronilla emerus, Orchis purpureus, Limodorum abortivum, Asparagus tenuifolius, Aristolochia, clematites, Ceterach officinarum, Physospermum cornubiense, Teucrium chamaedrys.

1. Italienisches Flaumeichenwaldgebiet (Quercion pubescenti-petraeae, GIACOMINI-FENAROLI 58, TOMASELLI 70)

Flaumeichenwälder mit Traubeneiche bilden auf Kalkstandorten die dominierende Klimaxgesellschaft, auf frischeren Silikatböden bauen Traubeneiche, auf Tonböden Quercus cerris klimaxnahe Gesellschaften auf.

a) Typischer semiarider Flaumeichenwald (Orno-Quercetum pubescentis, OBERDORFER-HOFMANN 62, BARBÉRO-BONIN 80)

Im tiefer gelegenen, niederschlagsärmeren Apenninen-Vorland (400–700 m, Apuaner Alpen, Kalk) besteht durch Ostrya carpinifolia und Fraxinus ornus Verwandtschaft zum Orno-Ostryetum und Buxo-Quercetum (GENTILE 69, UBALDI 78). **B.:** Quercus pubescens, Ostrya carpinifolia, Fraxinus ornus, Quercus petraea, Acer opalus, Ulmus minor, Acer obtusatum, Prunus avium. **S.:** Cornus sanguinea, Rosa canina, Cytisus sessilifolius, Coronilla emerus, Ligustrum vulgare, Viburnum lantana, Laburnum anagyroides; Spartium junceum-Subassoziation. **K.:** Viola hirta, Primula acaulis, Helleborus foetidus, Epipactis helleborine, Astragalus glycyphyllos, Melittis melissophyllum, Campanula trachelium, Lithospermum purpurocaeruleum, Hedera helix, Teucrium chamaedrys, Potentilla micrantha, Lathyrus montanus, Melampyrum cristatum, Aristolochia pallida.

b) Eichenreicher Schmuckeschen-Hopfenbuchenwald (Orno-Ostryetum)

In Nordapennin-Tieflagen (200–700/1200 m, über 700–800 mm N) kommt auf warmtrockenen Rendzinen alternierend mit dem Eichen-Hainbuchenwald auf toniger Braunerde eine eichenreiche Arealrandgesellschaft vor (vgl. OBERDORFER-HOFMANN 62, BARBÉRO-BONIN 80, PIGNATTI 67). **B.:** Fraxinus ornus, Ostrya carpinifolia, Quercus cerris, Qu. pubescens. **S.:** Cornus mas, Laburnum anagyroides, Lonicera caprifolium, Cytisus sesselifolius, Coronilla emerus, Cotinus coggygria, Tamus communis. **K.:** Sesleria autumnalis, Digitalis lutea ssp. australis, Campanula persicifolia, Buphthalmum salicifolium, Fagus-Variante mit Luzula nivea und Stieleiche (Ruscus aculeatus) in den Colli Euganei auf Tuff und Liparit (SUSMEL-FAMIGLIETTI 68, LAUSI 67, PIGNATTI 52).

c) Quercus trojana-Qu. pubescens-Wald

Diese hochmediterrane Übergangsgesellschaft (Gargano, auch Balkan) vermittelt südseitig (bis 800 m, Buchengrenze) zwischen dem immergrünen Quercetum ilicis und den sommergrünen Eichenwäldern. Da meist nur noch Degradierungsreste vorhanden, sind Macchienelemente überrepräsentiert: Asparagus acutifolius, Pistacia lentiscus et terebinthus, auch Quercus ilex, Fraxinus excelsior, Acer campestre, Pyrus amygdaliformis, ferner Rosa gallica, Tamus communis, Carex flacca, Lithospermum purpurocaeruleum, Cyclamen linearifolium.

d) Quercus cerris-Quercus pubescens-Wald (Gentile 69, Abb. 235)

Der Flaumeichen-Mischwald mit Zerreiche ist auch im zentralen und nördlichen Apennin schwierig abzugrenzen durch ein Gesellschaftsmosaik bei kleinflächig wechselndem Konkurrenzverhältnis der gesellschaftsprägenden Baumarten je nach Exposition, Neigung und Boden. Vielfach dominiert Zerreiche anthropogen bedingt (Apennino Romagnola). In Süditalien (Puglia) und in Sizilien erreicht der Flaumeichenwald die südliche Arealgrenze und Zerreiche zeigt stärkste Konkurrenzkraft bei geringstem Quercion ilicis-Einfluß und größter Präsenz der Quercion pubescentis-Arten. In den Abruzzen ist im Gegensatz zu den Alpen Flaumeiche häufiger mit Zerreiche als mit Traubeneichen gemischt. Fraxinus ornus, Rubus ulmifolius, Ruscus aculeatus, Asparagus acutifolius.

Sizilianische Ausbildung: Sorbus domestica, Pyrus amygdaliformis, Acer campestre ssp. hebecarpum, Quercus petraea, Daphne laureola, Rubus canescens, Ilex aquifolium, Lonicera etrusca, Calycotome spinosa, Cyclamen linearifolium, Osyris alba, Teucrium siculum.

Degradationsstadien des Quercion pubescenti-petraeae in mittleren Lagen (Lausi 67): Geschlossener winterkahler Wald, lichter Weidewald (Coccifero-Carpinetum), Pseudomacchie (Šibljak, Carpinus duinensis, Juniperus oxycedrus), buschförmige Eichen-Weiderasen, Xero-Brometalia-Gesellschaft.

e) Fehlen des Flaumeichenwaldes in Korsika

Bis auf unbedeutende Reste fehlt Flaumeiche. Anthropogene Entwaldung und geologische Unterlage (tiefgründige Silikat-Gesteine) können nicht ausschlaggebend sein (Gamisans 76). In allen Gebieten mit milden Wintern, höheren Niederschlägen, kürzerer Sommerdürre (nordwestmediterranes, niederschlagsreiches Gebirge wie Korsika) fehlt eine submediterrane Flaumeichenwaldstufe und Quercus ilex steht im unmittelbaren Kontakt mit Castanea, Fagus und submontanen Eichen (Freitag 75). Dagegen fällt bei größerer Küstenferne und kälteren Wintern Quercus ilex mit empfindlicheren sklerophyllen Blättern aus. Flaumeiche wird zweifellos durch flachgründige Kalk-Dauergesellschaftsstandorte begünstigt.

f) Quercus cerris-Qu. frainetto-Wald (Melitti albidae-Quercion frainetto, Boni-Briane-Gamisans 76)

Im Südapennin auf Silikat (Quercus cerris) und Kalk (Qu. frainetto) zusammen mit Carpinus orientalis, Fraxinus ornus, Pyrus communis, Acer obtusatum. CA.: Echinops sphaerocephalus, Stachys heraclea, Crepis leontodonoides, Ptilostemon strictus. Im Lathyro digitati-Quercetum cerridis typische Clematis-Ausbildung; submediterrane Arten mit Anemone apennina, Ruscus aculeatus (Asparagus acutifolius).

g) Symphytum tuberosum ssp. bulbosum-Quercus cerris-Wald im Nordapennin (200–900 m, Barbéro-Bonin 80)

Auf tiefgründigen Braunerden mit Ostryo-Carpinion-Arten: Fraxinus ornus, Physospermum cornubiense, Ostrya carpinifolia. CA.: Aristolochia pallida, Potentilla micrantha, Sesleria autumnalis. Mesophile buchenwaldnahe Ausbildung im Südapennin (Bonin-Briane-Gamisans 76).

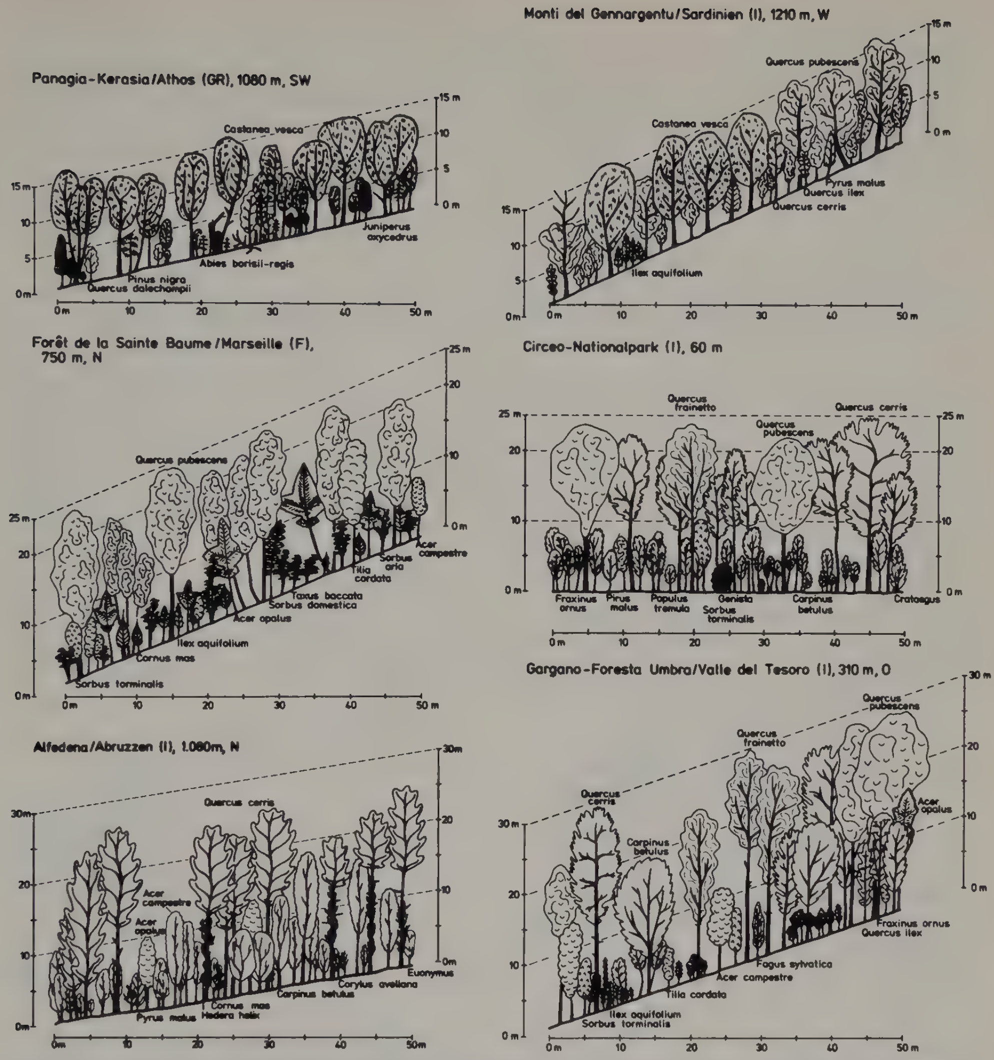


Abb. 235: Submediterrane Eichenwaldstufe. Flaumeichen-Zerreichenwald mit Fraxinus ornus (Gargano). Zerreichen-Mischwald (Abruzzen). Flaumeichen-Zerreichen-Mischwald mit Quercus frainetto (Nationalpark Circeo). Eibenreicher Flaumeichenwald mit Buxus (Sainte Baume). Kastanienbestand auf Flaumeichenwaldstandort (Sardinien). Kastanienwald am Berg Athos mit Quercus dalechampii und Abies borisii-regis.

Geranium versicolor, Ranunculus brutius, Daphne laureola, Lathyrus venetus, Ilex aquifolium, Melica uniflora, Euphorbia amygdaloides, Allium pendulinum (Ilici-Fagetum nahe).

h) Bodensaurer Kastanien-Eichenwald (Abb. 235)

Bodensaurer Castanea vesca-Quercus cerris-Quercus petraea-Wald (Pignatti 67)

Im Nord- und Mittelapennin (400–900 m) auf podsoliger Braunerde stockende Klimaxgesellschaft ohne Carpinus. CA.: Phyteuma scorzonerifolium, Saxifraga bulbifera, Dianthus armeria, Peucedanum venetum. Weiter verbreitet: Genista germanica, Teucrium scorodonia, Festuca heterophylla, Lathyrus montanus, Polypodium vulgare, Melampyrum pratense, auch Pteridium

aquilinum, Calluna vulgaris, Veronica officinalis, Luzula luzuloides (pedemontana), lokal Erica arborea-Degradierungsausbildung.

Wärmeliebender Castanea sativa-Wald im Südapennin (Bonin-Briane-Gamisans 76). Neben Säurezeigern (Pteridium aquilinum, Luzula sylvativa, Chamaecytisus, Solidago virgaurea) belegen die submediterrane Melitti-Quercion-Ostryon-Nähe: Aristolochia pallida, Anemone apennina, Acer obtusatum, Fraxinus ornus. Eindringende Geranio-Fagion-Elemente: Geranium versicolor, Melica uniflora, Doronicum orientale, Galium rotundifolium.

i) Extrazonaler Eichen-Hainbuchenwald

Kastanien-Traubeneichen-Hainbuchenwald (Physospermo-Quercetum petraeae; Oberdorfer-Hofmann 62, Oberdorfer 68, Pignatti 67, Barbéro-Quézel 80)

Im Nordapennin (La Spezia-Savona, auch Oberitalien) prägt den submediterranen Gesellschaftskomplex in niederschlagsreichen (1000–2000 mm, Sommer 150 mm), kühleren Lagen (200–800 m), auf frischen, kalkarmen Silikatbraunerden ein mesophiler Traubeneichenwald (Carpinion betuli) die Landschaft; anthropogen meist Castanea dominierend. Der mesophile mitteleuropäische Eichenwald ist nahe der Südgrenze nicht mehr unabhängig von der geologischen Unterlage und zunehmend extrazonal verbreitet. Artenreiche Baumschicht: Quercus cerris, Fraxinus ornus, Quercus pubescens. **S.:** Corylus avellana (reichlich), Ilex aquifolium. **K.:** Physospermum cornubiense (reliktisches alttertiäres Florenelement, auch in NW-Spanien und Portugal), Anemone trifolia ssp. albida, Salvia glutinosa, Euphorbia vulgaris, Geranium nodosum, Symphytum tuberosum, Luzula luzuloides var. pedemontana, Tamus communis, Erythronium dens-canis, Festuca heterophylla, Galium aristatum; mäßig frische Sesleria argentea-, frische Geranium nodosum- und Calluna-Degradierungs-Ausbildung.

Bodenfrischer Stieleichen-Hainbuchenwald (Robori-Carpinetum, Lausi 67, Barbéro-Bono 73, Tomaselli 70)

Auf frischen Alluvialböden der Padanischen Tiefebene war diese klimaxnahe Gesellschaft einst weit verbreitet. Die Eichenwälder der Poebene (Friaul, Dalmatien) waren nach der Forstinventur 1724 (Erfassung der Eiche für den Schiffsbau und die Faßherstellung) durch Rodung, Nutzung, Beweidung schon so dezimiert, daß heute nur noch Rudimente der einst landschaftsbeherrschenden Eichenwälder vorhanden sind (Piussi 76); dafür ausgedehnte Pappelkulturen (Fenaroli 70).

Mitteleuropäischer Charakter, nur auf trockeneren Standorten submediterran getönt: Tilia platyphyllos, Ulmus minor, Fraxinus excelsior, Corylus avellana, Cornus sanguinea, Lonicera caprifolium. **K.:** Polygonatum multiflorum, Pulmonaria officinalis, Carex pendula, Paris quadrifolia, Dentaria bulbifera. Wärmezeiger: Lathyrus venetus, Melittis melissophyllum, Lamium orvala (illyrisch), Ruscus aculeatus, Campanula persicifolia, Sorbus torminalis. **Feuchte Auwaldausbildung** (Po) mit Alnus glutinosa, Populus alba, Prunus padus, Symphytum officinale, Alliaria petiolata, Oplismenus undulatifolius, Scilla bifolia, Salvia glutinosa, Osmunda regalis, Circaea lutetiana, Leucojum vernum.

Quercus cerris-Ausbildung im Bosco Fontana/Mantova auf Tonböden; Fraxinus ornus, Cornus mas, Hedera helix, Carex pilosa, Sanicula europaea, Euphorbia amygdaloides, Frangula alnus, Coronilla emerus, Mespilus germanica, Sorbus domestica. In den mittleren Abruzzen (Pignatti 50) ist ein bodenfeuchter Stieleichen-Hainbuchenwald mit Zerreiche gut differenziert durch Carpinus orientalis, Fraxinus parvifolia und adriatische Carpinion-Arten: Cyclamen repandum, Anemone apennina, Lilium croceum, eindringende Immergrüne (Ruscus aculeatus, Smilax aspera, Rubia peregrina, Pedrotti 70).

k) Eschen-Schwarzerlenwald

Salvio glutinosae-Fraxinetum (Oberdorfer 68, Oberdorfer-Hofmann 62). Die wüchsige, hygrophile Eschen-Dauergesellschaft nimmt grundfeuchte Tal- und Muldenstandorte und

Bachauen-Standorte im Nordapennin ein. **B.:** Fraxinus excelsior mit Carpinus betulus, Nebenbestand von Acer campestre, Tilia platyphyllos. **K.:** Aruncus dioicus, Brachypodium sylvaticum, Mnium undulatum, Carex pilosa, Geranium nodosum.

Alnus cordata-Bach-Auwald (Asperulo taurinae-Alnetum cordatae, BONIN-BRIANE-GAMISANS 76). Überwiegend submediterran (300–900/1400 m) kommen wüchsige, gutgeformte Erlenwälder vor (Ischia). Bei großer morphologischer Variabilität treten bei Alnus cordata Standortsrassen auf (GIANNINI-PELIZZO 77). **K.:** Daphne laureola, Geranium versicolor, Clematis vitalba, Geum urbanum, Geranium robertianum. **Hyperico hircini-Alnetum cordatae** (GAMISANS 76, DIERSCHKE 75). In Korsika baut die herzblättrige, endemische Erle entlang von Bächen (400–800 m) weitgehend reine Bestände auf; Alnus glutinosa, Salix cinerea; **CA.:** Eupatorium cannabinum var. corsicum, Mentha suaveolens ssp. insularis, Borago pygmaea, ferner Erica terminalis, Carex microcarpa, Polystichum setiferum. Von 800–1300 m vereinzelt an felsigen Bachufern aufgelöste Bestände mit Alnus suaveolens.

l) **submediterraner Schwarzkiefernwald** (Pinion nigrae-laricionis)

Die taxonomische Bewertung der polymorphen Art ist noch im Fluß (FUKAREK 58); (Abb. 236, 237).

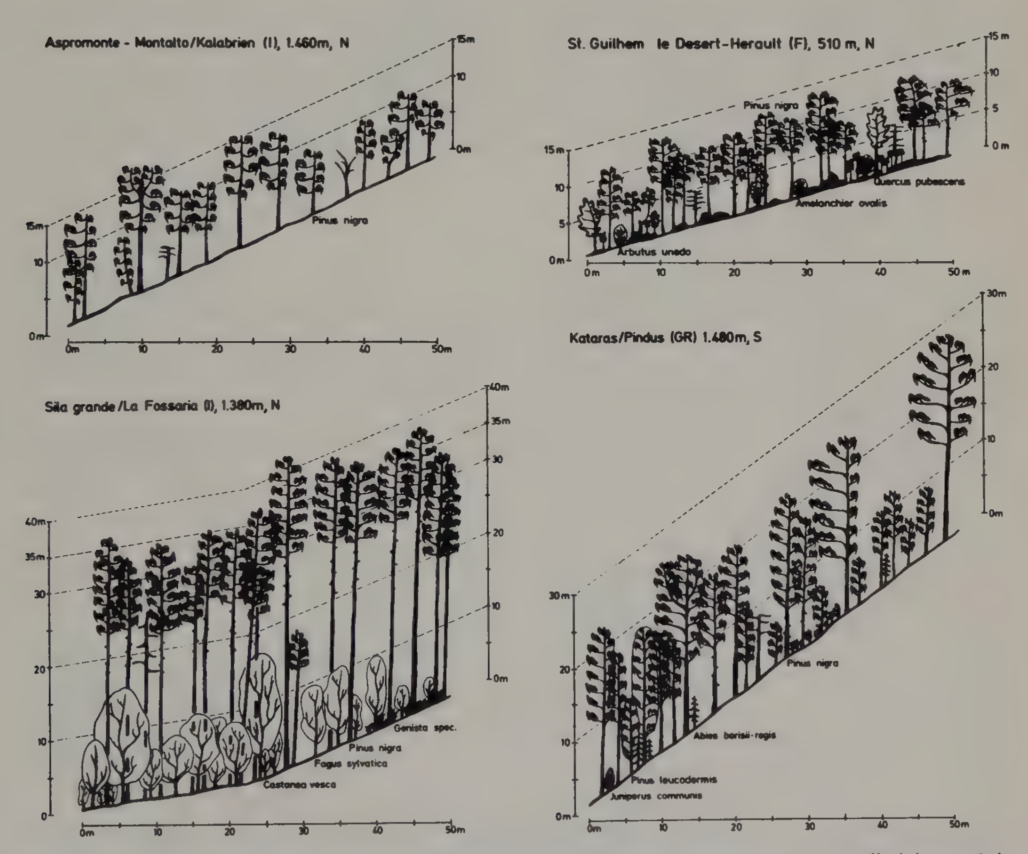


Abb. 236: Pinus nigra-Wälder. Typisches Steilhang-Reliktvorkommen (Pinus laricio) in Südkalabrien. Subspontanes, optimales Sekundärvorkommen an der Buchenwaldgrenze (30–40 m; Sila Grande). Geringwüchsiges Reliktvorkommen auf Dolomit im Kontakt mit dem Quercetum ilicis (St. Guilhem-le-Desert). Montaner Steilhangbestand im Pindus mit Pinus leucodermis (Kataras).

Westmediterrane Pinus clusiana (ssp. mauretanica, hispanica, salzmanni).
Mittelmediterrane Pinus laricio (ssp. poiretiana, italica, calabrica).
Nordostmediterrane illyrische Pinus nigra (ssp. austriaca, dalmatica, illyrica, banatica).
Submediterrane Pinus pallasiana (ssp. pindica, balcanica, pontica, caramanica, fenzlii).

Die mit Schwerpunkt submediterrane Schwarzkiefer kommt randlich hochmediterran und tiefmontan vor. Von Ausnahmen abgesehen (Zypern, Korsika) steigt sie nicht bis zur Wald- und Baumgrenze. Bei weiter Höhenamplitude (300–1900 m) werden submediterran höhere Niederschläge benötigt (800–1500 mm), um die sommerliche Trockenperiode überdauern zu können. In kühleren, kontinentalen Hochlagen (Inneranatolien) genügen 400–600 mm Jahresniederschlag).

Kalabrischer Schwarzkiefernwald (Boni-Briane-Gamisans 76)

Im Astragalo parnassi ssp. calabri-Pinetum laricionis der Sila grande kennzeichnen Cytisus spinescens, Plantago serpentina, Anthemis cretica ssp. calabrica die extremen Dauer-Gesellschaftsstandorte; ferner Cytisus sessilifolius, Brachypodium sylvaticum, Achillea ligustica. Azidophile Buchenwaldarten dringen ein (speziell auf sekundären Standorten): Pteridium aquilinum, Veronica officinalis, Chamaecytisus hirsutus, Teucrium scorodonia ssp. euganeum, Luzula sylvatica, Castanea sativa.

Sesleria apennina-Pinus nigra-Wald am Monte Pollino (900–1300 m, Pennachini-Bonin 75) in der Flaumeichenwaldstufe: Genista sericea, Onosma echioides, Pyrola secunda, Bromus erectus, Stipa pennata, Hippocrepis comosa, Anthyllis vulneraria, Polygala major, Helianthemum canum.

Der **kalabrische Ginster-Schwarzkiefernwald** (Sila Grande, Aspromonte; 30 000 ha; Ätna 3300 ha) besiedelt natürliche extremere Dauergesellschaftsstandorte. Sekundär wird auf benachbarten Buchenwaldstandorten optimaler Wuchs erreicht: I Giganti di Calabria bei Camigliotella (Morandini mündlich, Abb. 276), bis 400jähr., –185 cm ∅, –42 m, –25 fm/Stamm. Probefläche 1225 fm/ha in einer Mulde. Bei Fossiata Schwarzkiefer –50/52 m, 90 cm ∅, 30 m astrein.

Korsischer Schwarzkiefernwald (Galio rotundifolii-Pinetum nigrae ssp. laricionis, Gamisans 76, Abb. 236, 237, 238)

Die Laricio-Schwarzkiefer baut submediterran bis mediterran-montan (1000–1600 m, teilweise bis zur Waldgrenze 1800 m) auf sonnseitigen Standorten und Rücken, Rippen und trockeneren felsigen Silikat-Braunerde-Standorten geschlossene, teilweise sehr wüchsige Klimax-Bestände auf (30 000 ha, vgl. Zypern); vereinzelt Ilex aquifolium, Betula pendula, Quercus pubescens, Quercus petraea. Buche krüppelig fehlt meist. Wuchs- und Ausformungsoptimum der Schwarzkiefer im Forêt d'Aitone (1000–1200 m) auf tiefgründigen Granitböden, wobei 170jährige, geradschaftige und vollholzige Schwarzkiefern (⅓ astrein) 35–44 m Höhe, 60–100 cm ∅ (68 m^2, 1255 Vfm, –1,5 m ∅, 7,5 fm/Stamm) erreichen (Burschel-Röhrig 57). Mischbestände mit Tannen- oder Buchen-Nebenbestand treten auf sekundären Standorten auf, wo sich die Schattbaumarten wohl unter dem Schirm der Kiefer, nicht jedoch auf der Freifläche durchsetzen könnten.

Typische Luzula pedemontana-Ausbildung (1000–1400 m): Galium rotundifolium, Pyrola chlorantha, Avenella flexuosa, Brachypodium pinnatum, Lathyrus montanus, Veronica officinalis; ferner Helleborus corsicus, Luzula forsteri, reichlich Pteridium aquilinum in der artenarmen bodensauren Vegetation; ferner Festuca heterophylla; Moose; Isothecium viviparum, Dicranum majus, Rhytidiadelphus loreus et triquetrus. **Anthyllis hermannia-Hochlagen-Einheit** (1300–1800 m) ist eine Betula pendula-reiche Degradationsausbildung des P. luzuletosum nach Weide und Brand. «Macchien»-Sträucher sind typisch: Genista lobelii var. lobelioides et salzmannii, Berberis aetnensis, Ruta corsica; Kontakt zum Ginstergebüsch und zum Betuletum pendulae-Pionierwald. Am Monte Cinto kleinflächige Juniperus thurifera-Ausbildung.

Thermophiler Erica arborea-Tieflagen-Schwarzkiefernwald (800–1100/1300 m). Zur Schwarzkiefer mischen sich auf Silikat Quercus ilex, Pinus pinaster, Castanea sativa, Asphodelus cerasifer, Cistus creticus, Teucrium scorodonia. Kontakt zum Ilici-Quercetum ilicis. Umfaßt sowohl natürliche Auflösungsstadien des Schwarzkiefernwaldes als auch Degradierungsausbildungen. Eine typische submediterrane Stufe fehlt in Korsika.

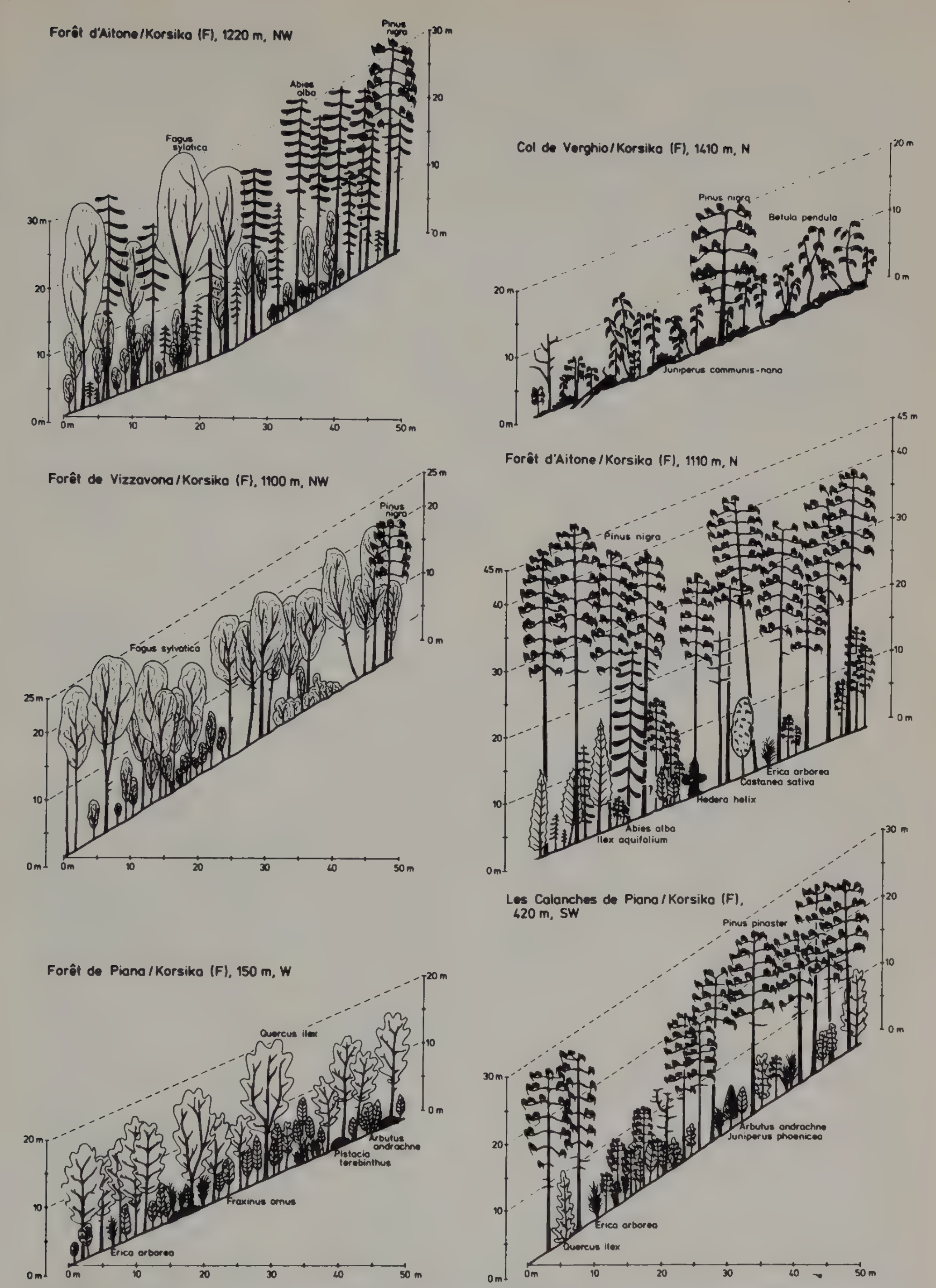


Abb. 237: Wälder auf Korsika. Andrachno-Quercetum ilicis mit Fraxinus ornus (Piana). Wuchsoptimaler Pinus pinaster-Bestand im Übergang zum Steineichenwald (Les Calanches). Wüchsiger, sehr gut geformter Pinus laricio-Bestand (Aitone, 1100 m). Schattseitiger Buchenwald (Vizzavona). Kleinflächiger, strukturlabiler Tannen-Buchenwald (Aitone, 1220 m). Birken-Waldgrenzenbestand auf Blockwerk mit Schwarkiefern-Überhälter (Verghio).

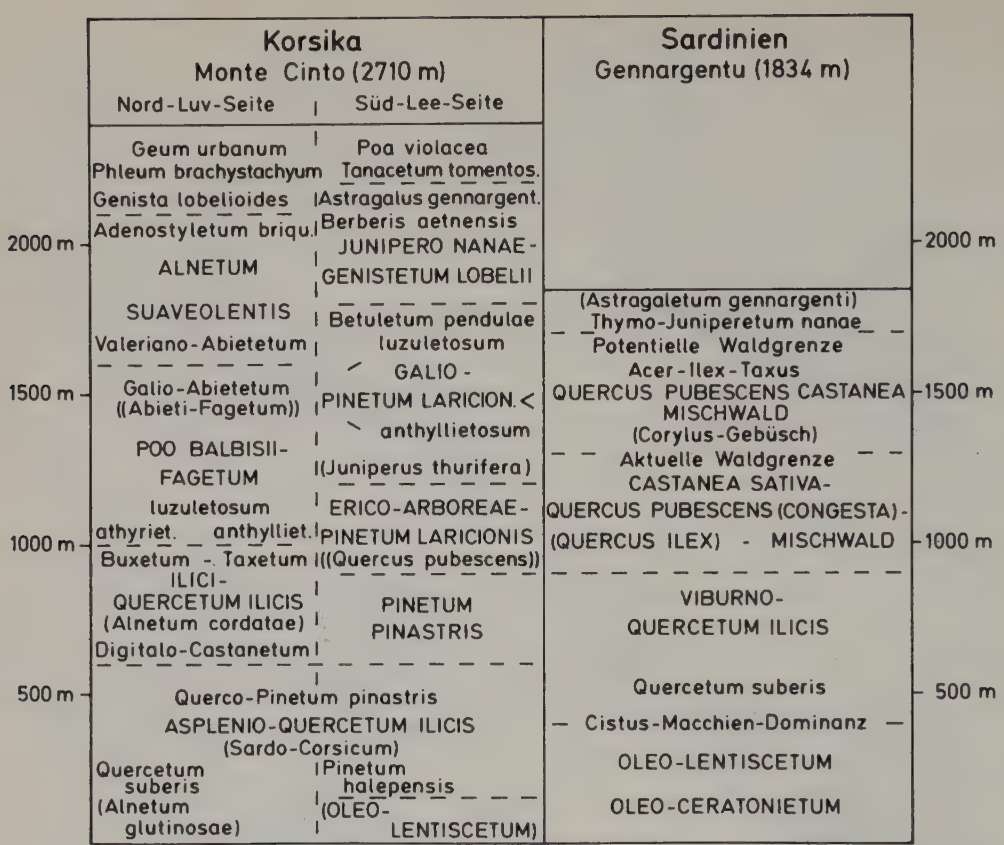


Abb. 238: Waldhöhenstufen. **Korsika** (GAMISANS 76, BURRICHTER 79, ELLENBERG 64, EHRIG 71). Die mediterrane Tieflagen-Vegetation mit dominierendem Quercus ilex (Quercus pubescens nahezu fehlend) ist noch annähernd gleichmäßig ausgebildet, wenn auch die submediterrane Stufe nahezu fehlt. Der Bergwald zeigt große Gegensätze zwischen der regenreichen Luv-(Schatt-)Seite mit Buche (Tanne) und Alnus suaveolens und der trockeneren Lee-(Süd-)Seite mit Pinus laricio und P. pinaster. Korsika ist eine feuchtigkeitsbegünstigte, grüne Waldinsel mit einem hohen Bewaldungsprozent. **Sardinien:** Durch weitgehende Entwaldung ist eine Rekonstruktion des natürlichen Waldes im Bergland schwierig. Eu-mediterrane Oleo-Ceratonion-Stufe und hochmediterraner Steineichenwald sind mächtig entwickelt. Vom Flaumeichenwald gibt es noch Reste, nicht dagegen vom hoch-submediterranen Eichenmischwald. Die mediterran-montane Stufe fehlt (RIKLI 43).

2. Französisch-nordspanisches Flaumeichenwaldgebiet

(Quercion pubescenti-petraeae)

Die submediterranen Flaumeichenwälder Südfrankreichs stocken in tieferen Berglagen (–1500 m) von der Provence bis zum Pyrenäen-Südabfall und greifen weit über den mediterranen Bereich hinaus. Verbands-CA.: Quercus pubescens, Acer opalus, Sorbus torminalis, Rhamnus alpinus, Rhus cotinus, Coronilla emerus, Primula veris ssp. columnae, ferner Melittis melissophyllum, Helleborus foetidus, Daphne laureola, Lathyrus niger, Lithospermum purpurocaeruleum, Bupleurum falcatum, Digitalis lutea, Melampyrum cristatum.

a) **Buchsbaum-Flaumeichenwald** (Buxo-Quercetum pubescentis, BRAUN-BLANQUET et al. 52, Abb. 235)

Vom ehemals geschlossenen Waldgürtel existieren heute nur noch isolierte Waldreste (Causses, Rhône-Tal, Sainte Baume, MOLINIER 39; Provence zwischen 500–1000/1200 m) bis zum Südjura

reichend, als Klimaxgesellschaft erst südlich von Lyon. Meist schwache Niederwaldbestände. **B.:** Quercus pubescens, Sorbus torminalis, Acer opalus, Sorbus domestica, Acer monspessulanum, Sorbus aria, Tilia platyphyllos. Artenreiche Strauchschicht: Buxus sempervirens, Cytisus sessilifolius, Lonicera etrusca, Laburnum anagyroides, Cornus mas, Rhamnus saxatilis, Colutea arborescens. **K.:** Lathyrus latifolius, Arabis pauciflora, Asparagus tenuifolius, Verbascum chaixii, Centaurea axillaris, Lathyrus albus, Helleborus foetidus, Coronilla emerus, Leucanthemum subglaucum. Begleiter: Hedera helix, Rubia peregrina, Teucrium chamaedrys.

Untergesellschaften: In der Quercus ilex-Einheit (Languedoc, 200–300 m, FREITAG 64) mit Rubia peregrina, Arbutus unedo, Phillyrea angustifolia sind Quercion ilicis-Elemente durch Niederwaldbetrieb überrepräsentiert; ferner mit Rhamnus saxatilis, Muscari botryoides (400–900 m, südseitige Kalkstandorte), Rhus cotinus (Valentinois, 300–1000 m, degradierter Niederwald durch Weide und kurzen Umtrieb), Genista hispanica (schattseitige, höhere 400–700 m, Provence-Kalk-Standorte). Degradierte Calluna-Subassoziation auf Silur-Kalk (Teucrium scorodonia, Quercus petraea). Auch die **Pinus sylvestris-Ausbildung** ist in der Westprovence durchwegs ein Degradierungsstadium. Cedrus atlantica hat sich bei Aufforstungen bewährt (DRÔME, 400–900 m, GAMISANS-GRUBER 79); Genista pilosa, Bromus erectus, Juniperus communis, Carex humilis.

Nordspanien: Gesellschaftsrelikte in Mittelkatalonien besiedeln frische Schattseiten unter 800 m im Vorküsten-Gebirge (Montserrat). Keine wesentlichen Unterschiede in der Artengarnitur: Quercus pubescens ssp. palensis, Acer opalus ssp. opalus, Cotoneaster tomentosus, Coronilla emerus, Daphne laureola; ebenfalls Südpyrenäen (SUSPLUGAS 42).

b) Waldersatzgesellschaften

Hasel-Buxus-Gebüsch (Corylo-Buxetum). Das typische Degradationsstadium des Buxo-Quercetum ist ähnlich einer natürlichen Pioniergesellschaft auf Geröll; Corylus baut Pionierstadien auf, Amelanchier ovalis und Rhus cotinus sekundäre Besiedler. Dichte, oft artenarme Buxus-Gebüsche. Typische Arten: Cytisus sessilifolius, Rhamnus saxatilis, Quercus pubescens, Crataegus monogyna, Primula veris, Melittis melissophyllum, Carex humilis, Genista hispanica. Buxus verträgt mehr Trockenheit als Flaumeiche, dringt weiter gegen Küste vor und ist gegen anthropogenen Einfluß widerstandsfähiger. Das Stellario nemori (glochidispermae)-Buxetum (GAMISANS 76) differenzieren tiefmontan (1000–1300 m) in Korsika: Fraxinus ornus, Sorbus aria, Ostrya carpinifolia, lokal Alnus cordata dominant mit Polystichum setiferum. Die Cardamine chelidonia-Ausbildung (reichlich Taxus baccata, Lathyrus venetus, Mercurialis perennis) ist auf frischere, gipfelnahe Schieferstandorte am Cap Corse beschränkt.

Rubus-Buxus sempervirens-Terrassengebüsch (TÜXEN-OBERDORFER 58). In Nordspanien (600–1300 m) bildet es an Terrassenkanten und Bachsteilufern den Waldmantel in Kontakt zu Quercus pubescens (Qu. ilex)-Wäldern. Überwiegend submediterrane Arten (Ligustrum vulgare, Lonicera etrusca, Berberis vulgaris, Clematis vitalba, Ulmus minor. Auch in der Berberis vulgaris-Genista scorpius-Gesellschaft dominiert Buxus (Hippophaë rhamnoides).

Juniperus thurifera-Reliktgebüsch (DRÔME, 1000–1100 m, GAMISANS-GRUBER 79) auf trockenem Kalkstandort; Juniperus hemisphaerica et phoenicea, Cotoneaster integerrimus, Cytisus sessilifolius, Acer monspessulanum. Flaumeichenwaldelemente: Sorbus aria, Amelanchier ovalis; auch in Korsika (GAMISANS 76).

c) Aceri opali-Quercetum pubescentis (BRAUN-BLANQUET 52)

In den französischen und spanischen Ostpyrenäen (1200–1500 m, Süd-Cevennen) schiebt sich an der oberen Buxo-Quercetum-Grenze zwischen 1000–1450/1550 m ein mesophiler Traubeneichenwald ein. Tiefgründige Silikat-Braunerden begünstigen mesophile Arten, auch Buche. Die meist 6–8 m hohen Niederwaldbestände sind artenreicher als der Naturbestand. Quercus petraea et monspessulanum, Acer platanoides, Fraxinus excelsior, Tilia platyphyllos, Quercus pubescens. **S.:** Corylus avellana, Rhamnus alpinus, Coronilla emerus, Sorbus aria, Viburnum lantana. **CA.:** Trifolium rubens, Lathyrus niger, Campanula persicifolia, Lithospermum purpurocaeruleum,

Polygonatum odoratum, Rubia peregrina, viele mitteleuropäische Arten (Epipactis helleborine, Stellaria holostea, Luzula nivea).

Hepatico nobilis-Coryletum (BRAUN-BLANQUET 52, analog alpines Corylo-Populetum). In den Ostpyrenäen ein typisches Degradierungsstadium des Aceri opali-Quercetum. Schlechter ausschlagfähige Baumarten fallen aus (Quercus petraea, Acer opalus, Hasel dominiert, ferner Birke, Aspe und resistente Sträucher: Lonicera xylosteum, Crataegus monogyna, Prunus spinosa. **K.:** Pulmonaria affinis, Helleborus foetidus, Digitalis lutea.

d) Bodensaurer Traubeneichenwald
(Teucrio scorodoniae-Quercetum petraeae, NÈGRE 72)

In den Zentral- und Ostpyrenäen (1000–1650 m) werden tiefmontan skelettreiche Silikat-Moränen und Schiefer-Gneis-Braunerde-Standorte an Sonnseiten besiedelt. **CA.:** Rosa canina, Sarothamnus scoparius, Corylus avellana, Avenella flexuosa, Anthoxanthum odoratum, Calluna vulgaris, Anthericum liliago, Lonicera periclymenum, Brachypodium pinnatum, Valeriana officinalis, Arenaria montana, Silene nutans, Stachys officinalis. Thermophiles Calamintho vulgaris-Quercetum petraeae; Tamus communis, Helleborus foetidus, Campanula persicifolia.

e) Edelkastanien-Eichenwald (Querco-Castanetum)

Der bodensaure Eichenwald erreicht in Südfrankreich die mediterrane Nordgrenze und ist nur noch kleinflächig azonal auf armen, stark bodensauren Silikatböden verbreitet. Thermophile Standorte nehmen besonders nach Degradation ausgedehnte Kastanienwälder ein; Cevennen (450–960 m, Drôme 600–900 m, GAMISANS-GRUBER 79), Südpyrenäen 300–950/1200 m, SUSPLUGAS 35). Auf tiefgründigeren Böden erreicht Castanea sativa, die nordische Eiche der Mediterranneis, beträchtliche Dimensionen (Ghisoni –4 m ∅, Ätna-Kastanie). **B.:** Quercus petraea et robur, Betula pendula. **CA.:** Lathyrus montanus, Avenella flexuosa, Hypericum pulchrum, Teucrium scorodonia, Hieracium umbellatum, Lonicera periclymenum, Festuca capillata, Genista germanica; **Begleiter:** Pteridium aquilinum, Luzula forsteri, Phyteuma gallicum, Holcus mollis, Juniperus communis, Corylus avellana, Calluna vulgaris, Carex pilulifera, Ranunculus breyninus, Veronica officinalis, Sarothamnus scoparius, Conopodium majus, Scleropodium purum, Dicranum scoparium.

Im **Digitalo luteae ssp. australis-Castanetum sativae** (GAMISANS 76) bei Castagniccia kommen auf Korsika (500–800 m) Edelkastanienwälder mit Alnus cordata, Ilex aquifolium und mediterranen Elementen vor (Quercus ilex, Arbutus unedo). **CA.:** Hypericum montanum, Salvia glutinosa, Rubia peregrina, Asplenium onopteris, besonders Teucrium scorodonia.

f) Isopyro thalictroidis-Quercetum roboris (BOLOS 57)

In den Zentral- und Ostpyrenäen (400–900 m) auf feuchtigkeitsbegünstigten Standorten stocken 10–20 m hohe Quercus robur-Bestände (Fraxino-Carpinion) mit Esche, Kirsche, Winterlinde. **CA.:** Glechoma hederacea, Pulmonaria affinis, Potentilla sterilis, Stellaria holostea, Anemone ranunculoides (Phyllitis scolopendrium), Oplismenus undulatifolius-Ausbildung (Lunaria biennis). Differenzierung: (TÜXEN-OBERDORFER 58). Nordkatalonische Tilia cordata-Einheit, feuchtigkeitsbegünstigte Dauergesellschaft mit Campanula trachelium, Poa nemoralis, Ajuga reptans. Nordpyrenäische Tilia platyphyllos-Einheit (Klimax-Gesellschaft um Lourdes) Scilla liliohyacinthus, Lonicera periclymenum, Daphne laureola, Polystichum aculeatu ssp. setiferum, Conopodium denudatum.

g) Degradationsphasen des bodensauren Eichenmischwaldes

Pteridio-Sarothamnetum-Gebüsche in den Ostpyrenäen (900–1300 m) mit Conopodium majus, Holcus mollis, Calluna vulgaris. In den Cevennen (400–1200 m) noch Genista purgans,

Teucrium scorodonia, selten Erica cinerea, Arenaria montana. Über 1200 m auf westexponierten Standorten durch das atlantische Calluno-Genistetum ersetzt. Das **Erico cinereae-Genistetum pilosae var. microphyllae** am Rande der mediterranen Region (südliche Cevennen 700–900 m) ist als Kleinstrauchgesellschaft ein stark beweidetes Walddegradationsstadium. Potentilla heptaphylla, Sarothamnus scoparius, Genista anglica und Carlina vulgaris hatten ihr natürliches Refugium in extremen Dauergesellschaften an felsigen Kleinstandorten.

h) Edellaubwälder

Ulmo glabrae-Tilietum platyphylli (Nègre 72)

Von 700–1100/1200 m treten in den Zentralpyrenäen feuchtigkeitsbegünstigte Talwälder auf mit Linde, Berg-, Spitz- und Feldahorn, Montpellier-Ahorn, Kirsche, Esche und Traubenkirsche; Saxifraga umbrosa, Actaea spicata, Ranunculus platanifolius, Arum maculatum, Tamus communis, Pulmonaria affinis, Hedera helix, Mercurialis perennis. Die Dauergesellschaft kann trockenen (Prunus spinosa, Cornus sanguinea) und feuchten Charakter haben (Aconitum vulparia, Lysimahia nemorum). Artenreiche Corylus-Gebüsche sind die Waldersatzgesellschaft des Ulmo-Tilietum, gleichzeitig Pioniereinheit auf aufgelassenen Weiden; Crataegus monogyna, Ilex aquifolium, Brachypodium pinnatum, Betonica officinalis.

Campanula latifolia-Fraxinus excelsior-Gesellschaft (Nègre 72)

Im submontanen Eschen-Schwarzerlen-Prunus padus-Mischwald (Bergulme, Spitzahorn) der Pyrenäen (900–1400 m) auf kalkreichen, vergleyten, frisch-feuchten Moränenböden dominieren: Mercurialis perennis, Ranunculus platanifolius, Polygonatum multiflorum. Ferner Mnium undulatum, Deschampsia cespitosa, Marchantia polymorpha, Stachys alpina, Aconitum napellus; Helleborus foetidus- und Valeriana pyrenaica-Ausbildung mit Sonchus plumeri. Im Vergleich zum Ulmo-Tilietum fehlt Linde und ist Ahorn seltener.

Pyrenäen-Schwarzerlenwald (Bolos 57)

Der typische Schwarzerlenwald (Ostpyrenäen, 800–1300 m; submediterran Montseny) benötigt ausreichende Frühjahrs- und Sommerfeuchtigkeit an Bachufern. **B.:** Alnus glutinosa (Fraxinus excelsior); **CA.:** Sambucus nigra, Circaea lutetiana, Scrophularia alpestris, Stachys sylvatica, Mnium undulatum. Das submediterrane Carici pendulae-Alnetum glutinosae (500–700 m) kennzeichnen Rubus ulmifolius et caesius, Salix purpurea, Equisetum hyemale, Hedera helix, Carex remota, Humulus lupulus, Cardamine impatiens, Arum italicum, Equisetum ramosissimum, Circaea lutetiana; Salix atrocinerea ssp. catalaunica-Untergesellschaft.

Salicetum salviaefolia (Tüxen-Oberdorfer 58)

In der Quercus pyrenaica-Stufe des Macizo ibérico ersetzt an reißenden Gebirgsbächen eine schmale Auwald-Mantelgesellschaft das Alnetum incanae Mitteleuropas. **DA.:** Salix atrocinerea, Saponaria officinalis, Rubus caesius, Galium cruciata, Agropyrum caninum, Stachys sylvatica; auch in NO-Portugal bei Bragança (Allorge 49); analoge Gesellschaft in Katalonien, Alno-Caricetum pendulae (Bolos 57).

i) **Cevennen-Schwarzkiefernwald** (Pinetum nigrae ssp. salzmanni, Braun-Blanquet-Fukarek 55, Abb. 236)

Bei St. Guilhem le Desert (Causses, 350–700 m; ehemals 800 ha, durch Brände auf 200 ha reduziert) kommt auf Dolomit-Kalk-Rendzina (1000 mm N) eine Schwarzkiefernausbildung des Buchsbaum-Flaumeichenwaldes vor (Buxo-Quercetum pinetosum salzmanni), auf höher gelegene,

mehr schattseitige Standorte beschränkt; kleinflächig auf extremen Blockstandorten eine typische Dauergesellschaft. Lockere Baumschicht: Pinus nigra (100jähr. 8–12/15 m) Quercus pubescens, Qu. ilex, Acer monspessulanum. S.: Buxus sempervirens, Lonicera etrusca, Cytisus sessilifolius. Es mischen sich Arten des Quercion pubescentis (Melittis melissophyllum, Amelanchier ovalis, Chrysanthemum corymbosum), Quercion ilicis (Rubia peregrina, Phillyrea angustifolia, Arbutus unedo) und der Rosmarin-Heiden (Erica multiflora, Rosmarinus officinalis, Staehelina dubia). Durch die Arealrandlage in einem klimaxnahen Gesellschaftsareal wird Pinus nigra von der mehrschichtigen Klimaxvegetation auf wüchsigen Standorten immer mehr ausgeschaltet. Bei sonnseitigen durchlässigen Rendzina-Standorten und -Rücken und in initialen Brandfolgegesellschaften bleibt die Schwarzkiefer konkurrenzkräftiger. Auf Sonnseiten mit starkem Quercion ilicis-Einfluß ist es für die Schwarzkiefer schon zu trocken und Pinus halepensis tritt auf. Die Pinus nigra-Schutzwaldbestände verhindern Erosion, sind aber sehr brandgefährdet; schutzwürdiges Biotop.

III. Mediterran-montane Bergwaldstufe

Buchen- und Tannen-Buchenwälder mitteleuropäischer Prägung sind differenziert in den nördlich-mediterranen Gebirgen verbreitet. Am mächtigsten ist die Fagetum-Stufe mit überwiegend mesophilen Schlußwäldern auf der Apenninen-Halbinsel bis Sizilien ausgebildet. Von den West- gegen die Ostpyrenäen löst sich die Buchenstufe auf, wird teilweise durch buchenfreie Tannenwälder ersetzt oder fehlt ganz. Nach Nordgriechenland hinein reicht kleinflächig das südosteuropäische Fagetum moesiacum mit Weißtanne bis zum Areal des Abies borisii-regis-Waldes unter Auflösung in extrazonale Relikte.

1. Apenninen- und Sizilien-Buchenwaldgebiet (Abb. 239)

Standort (Hofmann 74). Die Buchenwälder nehmen eine rund 1000 m mächtige montane Höhenstufe in der 1300 km langen Gebirgskette ein, wobei ein relativ einheitliches (semi-)humides Klima herrscht, gegen Süden wärmer werdend.

Buchenwald-Stufe		Jahresniederschlag	Sommerniederschlag
Nordapennin	600–1700/1800 m	1300–2500 mm	190–320 mm
Mittelapennin	800–1800/1900 m	800–1500 mm	120–250 mm
Südapennin	900–2100/2150 m	800–2000 mm	100–300 mm
Sizilien	1000–2100/2450 m	700– 900 mm	30– 50 mm

Durch zunehmende Vegetationszeitwärme (Jahrestemperatur 6–10° C im Norden, über 9–12° C im Süden) steigt die untere Grenze des Buchenwaldes, dagegen nicht die Obergrenze infolge der sommerlichen Trockenheit.

Höhenstufen

Tiefmontaner Buchenwald (bis 1400/1500 m); vereinzelte Beimischung von Laubbäumen aus der submediterranen Höhenstufe, natürliche Tannenvorkommen in Mischung mit Buche oder reine Buche.

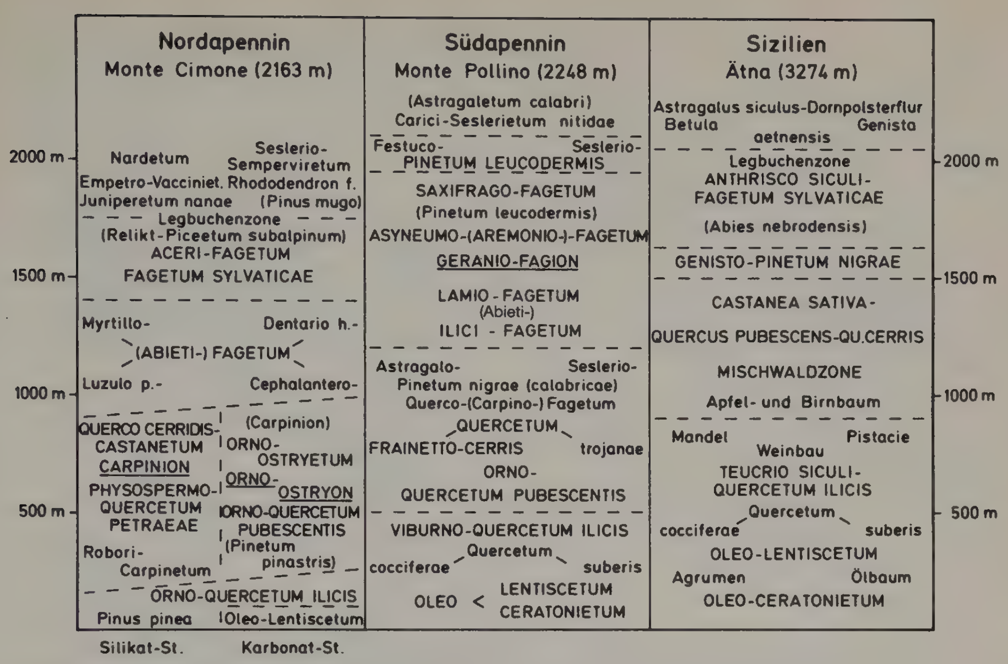


Abb. 239: Höhenstufen im Apennin und am Ätna (Oberdorfer-Hofmann 62, Barbéro-Bono 70, 73, Gentile 69, Lüdi 44, Bonin-Briane-Gamisans 76, Oberdorfer 68, Barbéro-Bono 76, Hofmann 60, 62, 66, 74, Rikli 48). **Nordapennin.** Immergrüner Hartlaubwald nur fragmentarisch. Submediterran Orno-Ostryon-Gesellschaften auf Karbonatstandorten, die auf Silikat-Unterlage mit einem mitteleuropäischen Carpinion alternieren. In der mächtigen Buchenwaldstufe ist der Tannen-Buchenwald tiefmontan-montan beschränkt. Die mitteleuropäische Nähe belegen ein postglazialer Relikt-Fichtenwald und lokal Pinus mugo. Im **Südapennin** verlagern sich die Höhenstufen deutlich nach oben. Submediterran fallen Quercus frainetto und trojana auf; eibenreicher Hainbuchen-Buchenwald im feuchteren Gargano. Zwischen Eichen- und Buchenwaldzone kommt die Kalabrische Kiefer teilweise großflächig vor (Sila Grande). Nur tiefmontan kommt stellenweise im mächtigen Buchenwald Tanne vor, hochmontan kennzeichnet Acer pseudoplatanus. Nur am Monte Pollino Pinus leucodermis azonal im Buchenwald, angedeutet zonal. **Sizilien.** Durch jahrtausendelangen Einfluß ist am Ätna die potentielle Bewaldung schwer zu rekonstruieren. Infolge südlicher Lage reicht die Hartlaubwaldstufe bis fast 1000 m. Die breite Edelkastanien-Flaumeichen-Mischwaldzone wird von einer schmalen Schwarzkiefernstufe überlagert. Im inselförmig aufgelösten Buchenwald dürfte früher auch Abies nebrodensis heimisch gewesen sein. Am Endemiten-reichen Ätna ist durch die Gipfelhöhe erstmals die Dornpolsterflur (Igelheiden) typisch entwickelt.

Hochmontaner Buchenwald (1400/1500 m bis Waldgrenze); weitgehend reine Buchenbestände, sehr arm an Mischbaumarten durch besonders konkurrenzkräftige Ausbildung der Klimaxgesellschaft, wodurch Tanne nur noch fragmentarisch auftritt.

Pflanzengeographische Differenzierung (Hofmann 62)

Nur in den Buchenwäldern der Alpen treten auf: Helleborus niger, Melica nutans, Carex alba, Erica carnea und illyrische Elemente wie Anemone trifolia, Lamium orvala. In den Alpen und im Nordapennin vorhanden, aber im Mittel- und Südapennin fehlend: Helleborus viridis, Aposeris foetida, Phyteuma spicatum, Adoxa moschatellina, Polygonatum verticillatum, Cyclamen purpurascens, Doronicum austriacum. Kennarten des südalpinen Buchenwaldes sind nach Hofmann (62); Aconitum neapolitanum, Anthriscus sylvestris var. nemorosa, Cardamine chelidonia, Chaerophyllum calabricum, Cyclamen neapolitanum, Asyneuma trichocalycinum, Scrophularia grandidentata (24 Trennarten). Besonders deutlich setzen sich die sizilianischen Buchenwälder ab.

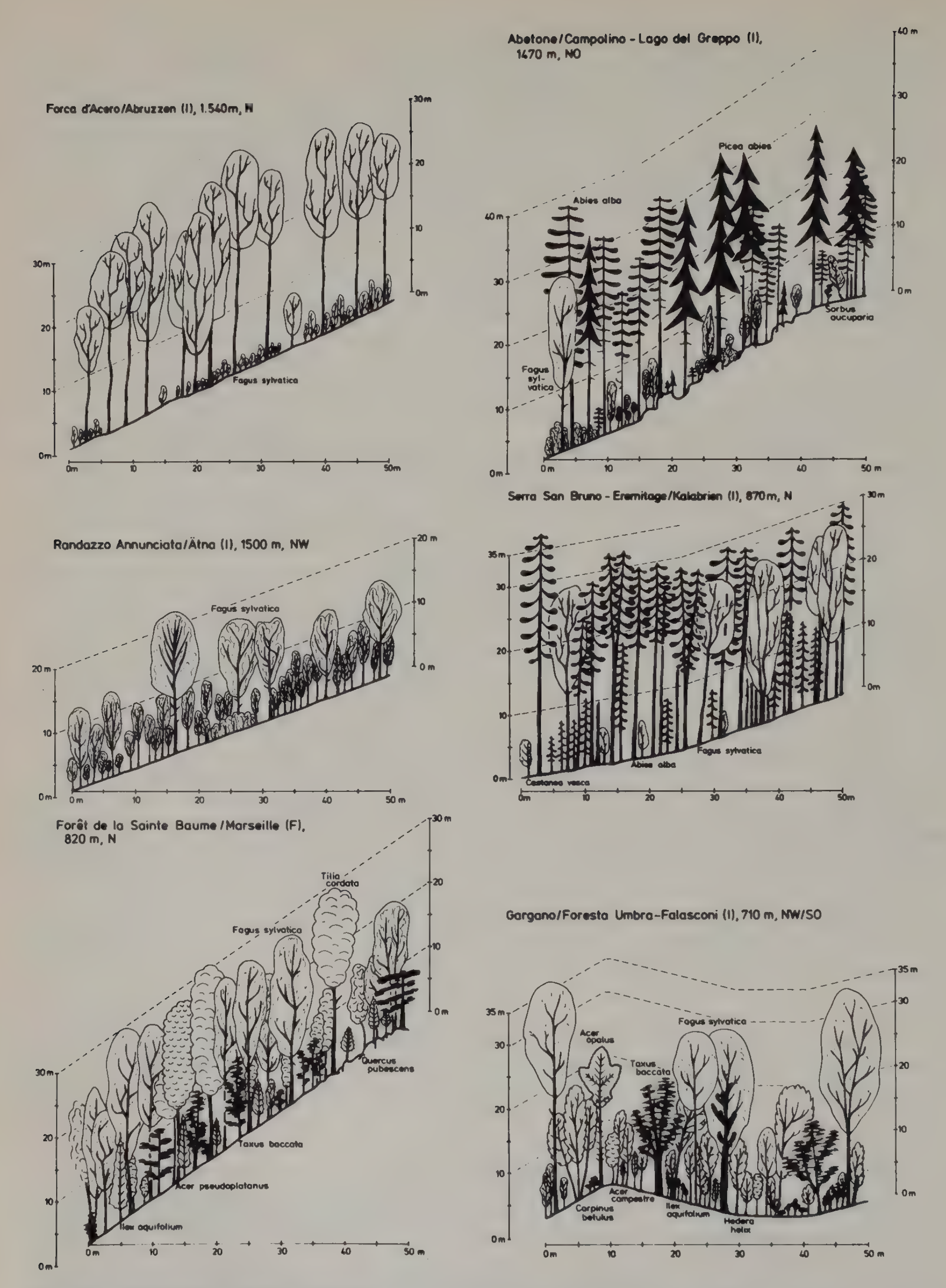


Abb. 240: Mediterran-montane Bergwälder. Hainbuchen-Buchenwald mit starken Eiben (Gargano). Thermophiler Linden-Buchenwald mit Eibe (Sainte Baume). Plenterartiger Buchenbestand auf Kalkstein-Braunlehm (Abruzzen). Leistungsfähiger Tannen-Buchenwald mit Festuca altissima an der unteren Verbreitungsgrenze; Tanne anthropogen gefördert (Serra San Bruno). Subalpines Fichtenreliktvorkommen in Campolino nahe der Waldgrenze auf Blockhang- (und Moorstandort).

a) Nord- und mittelapenninischer Buchenwald (Abb. 240)

Im nördlichen bis mittleren Apennin tritt der mitteleuropäische Charakter der Buchenwälder noch deutlich zutage durch spezifische Gesellschaften wie Asperulo-Fagetum, Luzulo-Fagetum, Lathyro- und Carici-Fagetum und eine nahezu vollständige Charakterarten-Garnitur: Dentaria-Arten, Galium odoratum. Besonders bezeichnend sind Daphne mezereum, Laburnum anagyroides, L. alpinum, Lonicera alpigena. Vorkommen von Waldkiefer, Tanne und reliktischer Fichte unterstreichen dies. Zum südalpin-illyrischen Anemono trifoliae-Fagetum besteht noch Kontakt, da eine eigene Unterart (ssp. albida) bis in den Nordapennin reicht (OBERDORFER 68). Aus dem Nordapennin (Raum Varese) beschreiben OBERDORFER-HOFMANN (62) und HOFMANN (62) Buchenwälder (Apuanische Alpen, BARBÉRO-BONO 70, 73), die von 700 m (einzelne Buchen ab 350 m) bis 1700 (1800 m) eine mächtige Höhenstufe bilden. Bei Jahresniederschlägen von 1000–2000 mm sind die Sommerniederschläge mit 150 mm noch relativ reichlich, außerdem häufig Wolkenbildung und Gewitter.

Bodensaurer Hainsimsen-Buchenwald (Luzulo pedemontanae-Fagetum, OBERDORFER-HOFMANN 62). Tiefmontan (600–1100 m), am Südabfall hochmontan (1200–1500 m) stocken auf bodensaurem Substrat weit verbreitet mittelwüchsige Buchenwälder mit artenarmer Bodenvegetation, für die Luzula pedemontana (ssp. von L. luzuloides) und L. nivea charakteristisch sind; ferner Prenanthes purpurea, Veronica urticifolia, Galium rotundifolium. Stärker verarmte Standorte mit Vaccinium myrtillus, Blechnum spicant, Thelypteris limbosperma, begleitet von Laburnum alpinum, Avenella flexuosa, Calamagrostis arundinacea. In tieferen Lagen zeigen Quercus petraeae, Castanea sativa, Teucrium scorodonia den Übergang zum bodensauren Eichenmischwald an. Auf basenreichen Mischböden eine Geranium nodosum-Ausbildung (Vallombrosa, MAGINI 54), auf trocken-saurer Braunerde eine Festuca-Einheit (ovina et heterophylla) bei Zurücktreten von Luzula nivea; auch Sarothamnus scoparius.

Hochmontaner Vaccinium myrtillus-(Tannen-)Buchenwald (1550–1650 m) auf bodensauren Verebnungen; Vaccinium myrtillus, Pyrola uniflora, Listera cordata, Lycopodium annotinum, Luzula sylvatica, Veronica austriaca. Kontakt zum Fichtenwald-Relikt (BARBÉRO-BONO 73).

Thermophiles Erico-Cephalanthero-Fagetum (BARBÉRO-QUÉZEL 73) ersetzt am Südapennin-Abfall hochmontan (1600–1700 m) den Schwarzkiefernwald; Ostryo-Fagetum-Nähe. Erica carnea, Polygala chamaebuxus, Cephalanthera longifolia et rubra, Sesleria autumnalis, Ostrya carpinifolia, Cytisus laburnum, ferner Epipactis helleborine, Aposeris foetida, Daphne alpina; Carici-Fagetum geologisch bedingt nur fragmentarisch.

Zahnwurz-Braunerde-Buchenwald (Cardamino heptaphyllae-Fagetum; Abb. 240; HOFMANN 69, BARBÉRO-BONO 73). Bis hinauf zur Waldgrenze kommt auf basenreichen Braunerden die teilweise sehr wüchsige, artenreiche mesophile Gesellschaft mit vielen Dentaria-Arten vor: Dentaria bulbifera, D. heptaphylla, D. polyphylla, D. pentaphyllos, ferner differentiell Trochiscanthes nodiflorus (Lokalgesellschaft auf dem Südabfall). Aus dem Cephalanthero-Fagion treten auf: Galium aristatum, Carex montana, ferner Galium odoratum, Cardamine chelidonia (östlicher Apennin), Geranium nodosum, Lilium martagon, Helleborus viridis, Hedera, Ilex; auch Erythronium dens-canis, Aremonia agrimonioides. Vereinzelt Tannenvariante. Analoge Einheit in Vallombrosa (MAGINI 54) und im Apennino Romagnolo und Casentino. Montane Elemente häufiger: Daphne mezereum, Prenanthes purpurea, Cardamine trifolia, Helleborus viridis, Luzula nivea; spezieller Höhenzeiger: Polygonatum verticillatum (vgl. Alpen), Mulden-Ausbildung mit Allium ursinum, Scrophularia scopolii (Aceri-Fagetum-Nähe).

Bergahorn-Buchenwald (Aceri-Fagetum): Auf den kühlfeuchten Waldgrenzenbereich (1500–1800 m) ist fragmentarisch der Hochstauden-Bergahorn-Buchenwald mit Sorbus aucuparia, Ranunculus platanifolius beschränkt; Peucedanum ostruthium, Veronica urticifolia, Chaerophyllum magellense. Die krüppelige Kriech- und Legbuchenzone an der Waldgrenze leitet zum pseudoalpinen Juniperus nana über.

Juniperetum nanae (1700–1850 m, BARBÉRO-BONIN 80): Cotoneaster integerrimus, Genista pilosa et radiata, Vaccinium uliginosum et vitis-idaea, Rosa alpina, Brachypodium pinnatum; auch Nardetum subalpinum.

Empetro hermaphroditi-Vaccinietum uliginosi (1700–1900 m) mit Astrantia pauciflora, Homogyne alpina, Rhododendron ferrugineum.

Relikt-Fichtenwald im Nordapennin (Abb. 240)

Zwei isolierte Fichtenrelikte haben sich im Nordapenninen-Buchenwald erhalten; in Foce de Campolino/Abetone (Chiarugi 36, 58; Giannini-Screm 77) von 1450–1650 m ein fragmentarischer Fichten-Tannen-Buchenwald (teilweise azonaler Fichten-Moorrandwald), 1650–1740 m (Waldgrenze) aufgelockerter Fichtenwald. Auch das Relikt am Passo del Cerreto ist zweifellos natürlich. In der Klimadepression des älteren Subatlantikums war durch die niedrigen Apenninenpässe (300–700 m) bei Genua-Savona keine Verbindung mit dem Picea-Vorkommen in den französischen Seealpen möglich. Die Apenninen-Fichten-Relikte stellen die letzten Reste einer Einwanderung aus südlichen Refugien (Pontinische Sümpfe) dar, die infolge früher Laubwalddominanz die Alpen nicht erreichten.

Typisch für Fichte ist eine größere morphologische Variabilität: Spitze bis breite Krone, hängende bis waagrechte Verzweigung, so daß durch das gleichzeitige Auftreten von Platten-, Kamm- und Bürstenfichten eine breite genetische Veränderlichkeit naheliegt (Magini 72). Die Bodenvegetation kennzeichnet ein typisches Piceetum subalpinum myrtilletosum (Giannini-Screm 73): Vaccinium myrtillus, Homogyne alpina, Lycopodium annotinum, Listera cordata, Luzula sylvatica; im Fichten-Moorwald noch Vaccinium uliginosum, Empetrum hermaphroditum, Sphagnum spec. Tiefer ist die Fichte nur noch in einem schmalen Tannen-Buchenwald-Saum eingesprengt durch reduzierte Konkurrenzkraft. Nur auf Dauergesellschaftsstandorten (südseitige Felswandbestockung, Blockhalden mit kniehoher Heidelbeere) und in Moornähe kann sich die Fichte stärker durchsetzen. Diese Extremstandorte ermöglichten das Überdauern der Fichte im Subboreal.

b) Südapenninen-Buchenwald (Geranio versicoloris-Fagion, Gentile 69, Asyneumo trichocalycini-Fagetum, Bonin-Briane-Gamisans 76)

Die montanen Buchenwälder sind von den Abruzzen bis Südkalabrien auf Kalk und Silikat noch vital innerhalb eines breiten Gürtels entwickelt (300 000 ha), die Arealinseln in den Gebirgsstöcken sind mehr oder minder isoliert. Überwiegend Niederwälder haben sich auf Schattseiten erhalten.

Asyneumo trichocalycini-Fagetum (Gentile 69). Umfaßt auch das Lamio flexuosi- und Aremonio agrimonioidis-Fagetum (Hofmann 62). Es kennzeichnen mediterran-montane Arten, so daß der mitteleuropäische Einfluß deutlich geringer ist. Differentialarten des süditalienischen Fagion (Gentile 69): Cyclamen linearifolium, Geranium versicolor, Anemone apennina, Doronicum orientale, Cardamine chelidonia, Ranunculus lanuginosus var. umbrosus; ferner Digitalis micrantha, Geranium striatum, Dentaria heptaphylla. Diesen Typus des Buchenwaldes differenzieren spezielle Balkan-Arten: Ranunculus brutius, Campanula trichocalycinum, Acer lobelii (endemisch), Adenostyles macrocephala; Lamium galeobdolon ssp. montanum, Lathyrus venetus. Fagetalia-Charakter ausgeprägt: Festuca altissima, Melica uniflora, Hordelymus europaeus, Galium odoratum, Sanicula europaea.

Ilex aquifolium-Zerreichen-Buchenwald (Gentile 69). Den submediterran-thermophilen Buchenwald charakterisieren Ilex aquifolium, Daphne laureola, Ruscus aculeatus, Lathyrus venetus, Potentilla micrantha. Die Eichenwaldnähe belegen: Quercus ilex, Acer obtusatum, Quercus cerris, Ostrya carpinifolia, Fraxinus ornus. Varianten mit Alnus cordata, Arum maculatum, Sesleria argenta ssp. cylindrica. Im Nationalpark Abruzzen typisch verbreitet, wobei farnreiche Standorte auf Schattseiten besonders wüchsig sind. Acer-Prunus-Sorbus-Gebüsch-Degradations-Stadien auf subhumiden Standorten.

Submediterraner Hainbuchen-Buchenwald (Hofmann 61, Abb. 240). Der reliktische Buchenwald auf der Halbinsel Gargano ist als isoliertes, kleinflächiges, extrazonales Tieflagenvorkommen (300/400–600/900 m) auf feuchtere Schattseiten mit vorratsfrischen Böden beschränkt (4900 ha). Die artenreiche Arealrandeinheit, humidere Ausbildung des Ilici-Fagetum, kennzeichnen eindringende Arten aus Quercus cerris-Wäldern: Acer campestre, Acer opalus ssp. neapolitanus (var. obtusatus), Carpinus betulus (Quercus frainetto), Taxus baccata (mächtige Dimensionen), Ilex aquifolium, Ruscus aculeatus, Adenostyles macrocephala, Daphne laureola. **CA.:**

Cyclamen neapolitanum, Lathyrus venetus, Anemone apennina, Doronicum orientale, Melica uniflora, Asperula odorata, Festuca altissima.

Mittelmontaner Lamium flexuosum-(Tannen-)Buchenwald (HOFMANN 61, GENTILE 69). Tief- bis mittelmontan tritt auf bodensauren Silikatbraunerden eine wuchskäftigere Buchen-Ausbildung (Sorbus aucuparia ssp. praemorsa) und eine bodenfrischere Abies alba-Ausbildung mit dominanter Buche (Milium effusum) auf. Tiefmontan differenzieren thermophile Arten (Galium aristatum, Brachypodium sylvaticum) und Pinus nigra dringt gelegentlich ein. Alnus cordata besiedelt als raschwüchsige Pionierbaumart große Flächen im Fagetum-Niederwald; verschiedene Provenienzen (GIANNINI-PELIZZO 77).

Hochmontaner Saxifraga rotundifolia-Buchenwald. Auf tiefgründigen frischen Kalkstein-Braunlehmböden stockt im hochmontanen Südapennin (1800–2000 m, Abruzzen) ein nahezu reiner, geschlossener Buchenwald, wobei durch den kühl-feuchten Standort mitteleuropäische und alpine Arten konkurrenzkräftig bleiben; ehemals wüchsige Urwälder bis 2 m Ø (LÜDI 44). Wie im Nordapennin kann sich Abies alba hochmontan gegenüber der sehr konkurrenzstarken Buche nicht durchsetzen (Monte Sparvieri, Monte Pollino). Selten beigemischt Acer pseudoplatanus, A. lobelii, Taxus baccata. An warmtrockenen, bald schneefreien Südhängen auf Kalk eine Sesleria varia-Ausbildung. K.: Stellaria nemorum, Dentaria enneaphyllos, Adenostyles alpina (glabra), A. macrocephala, Arabis turrita.

c) Sizilianischer Buchenwald (Anthrisco siculae-Fagetum, HOFMANN 66, Abb. 240)

In Sizilien existieren vom mitteleuropäischen Buchenwald (13 000 ha) noch drei Inseln (Ätna, Nebroden, Madonie). Bei tiefmontanem Charakter (1000/1200–2100/2300 m am Ätna) dringen regelmäßig Mischbaumarten (Quercus pubescens, Pinus nigra, ferner Taxus baccata, Ilex aquifolium) aus tieferen Lagen ein; ehemals wohl auch Abies nebrodensis. Die mittel- bis geringwüchsigen Buchenwälder kennzeichnen (teilweise endemisch): Anthriscus sylvestris var. nemorosa (sicula), Milium vernale, Myosotis elongata, Smyrnium perfoliatum, Allium triquetrum, Cyclamen vernale var. odorum, Galanthus major. Dentaria-Arten fehlen. Spezifisch ferner süditalienische Arten: Lamium flexuosum (pubescens), Anemone apennina, Cyclamen neapolitanum, Geranium striatum, Doronicum orientale, Digitalis micrantha, Asperula taurina; Luzula sicula- und Acer pseudoplatanus-Ausbildung. Die sizilianischen Buchenwälder sind arm an mitteleuropäischen Kennarten (Melica uniflora, Festuca altissima), aber reich an lokalen Endemiten. Manche der degradierten Gesellschaftsreste gehören bald nur noch der Erinnerung an.

d) Abies alba im Apenninen-Buchenwald (Abb. 241, MORANDINI 69)

MORANDINI (69) schätzt die gesamte Tannenfläche auf 10 000 ha. Eine unmittelbare Verbindung mit den alpinen Tannenvorkommen in den französischen Seealpen besteht nicht, da Tanne im ligurischen Apennin fehlt. Vom Monte Ebro bis Pratomagno (Arezzo) reicht das größte zusammenhängende Verbreitungsgebiet (SUSMEL 57); nach Süden schließen kleinere isolierte Vorkommen an, z. B. Monte Amiata/Ovieto, Mte Sibillini, Gran Sasso d'Italia. Im Lukanischen Apennin ist von Melfi bis zum Mte Pollino das Areal geschlossener. Südliche Einzelvorkommen: Sila Picola, Sierra San Bruno-Monte Pecoraro, Aspromonte (1200–1600/1800 m, 120 ha). Südlichstes Vorkommen oberhalb von Reggio di Calabria. Ein reines Tannenvorkommen im Pisaner Hügelland (60 m) in einem schattseitigen Quercus cerris-Niederwald ist durch Pflanzung entstanden (PEDROTTI 67).

Standort: (SUSMEL 57)

	Höhen-Verbreitung	Sommerniederschlag	Jahrestemperatur
Nordapennin	750–1500 m	190–320 mm	6–12° C
Südapennin	1000–1450 m	90–300 mm	9–12° C

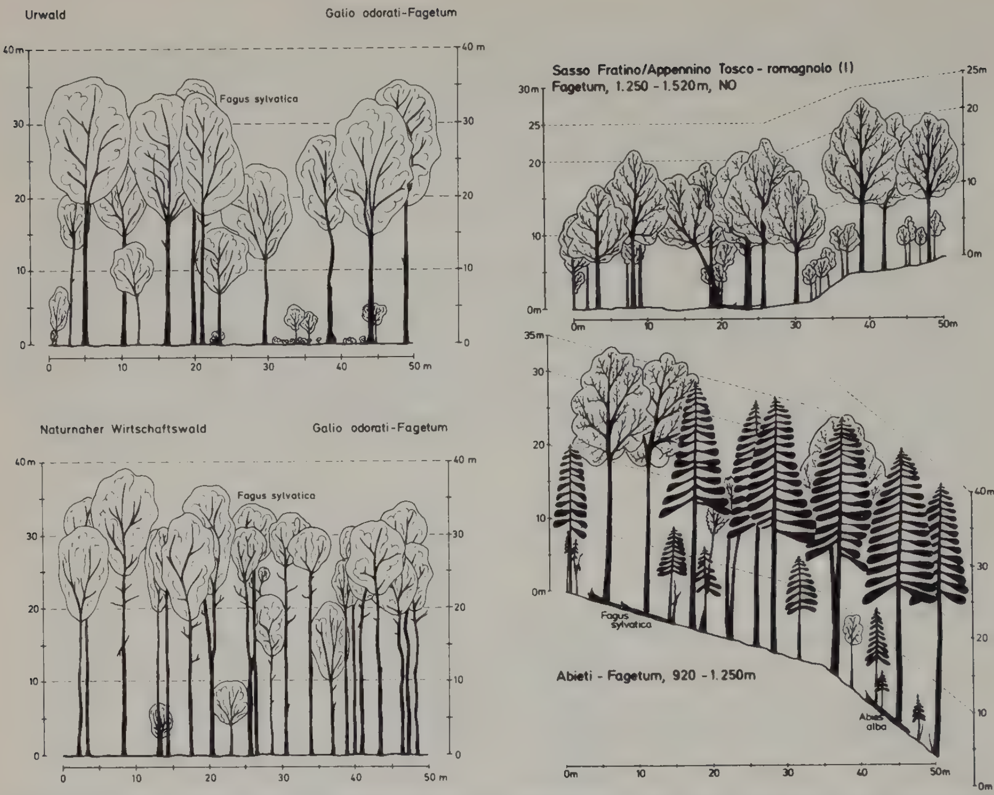


Abb. 241: Mediterran-montane Urwaldbestände. Im Apennin ist Tanne nur tiefmontan der Buche beigemischt. Hochmontan reiner Buchenwald (Sasso Fratino, BERTI 72). Nordgriechische Buchenwaldbestände dagegen einschichtig und gleichförmig (SMIRIS 80).

Im Nordapennin sind die Standorte kühler und niederschlagsreicher als in Kalabrien, wo Tanne bei wärmerer und trockenerer Vegetationszeit und dadurch höherer Untergrenze noch gut gedeiht. Begrenzender Faktor ist hochmontan die überdurchschnittliche Konkurrenzkraft der Buche und tiefmontan die Sommertrockenheit.

In **Tannen-Ausbildungen des Fagetums** treten Tieflagenarten wie Acer campestre et opalus oder Ruscus aculeatus und Ilex zurück oder fehlen. Typische Begleiter: Prenanthes purpurea, Dryopteris carthusiana, Petasites albus, Luzula nivea, Helleborus viridis, Anemone apennina, Geranium striatum, Polygonatum verticillatum, Cardamine trifolia.

Gesellschaftsanschluß: Die Tanne ist nahezu auf die tiefmontane Buchenstufe beschränkt. Sie bildet keine flächigen, stabilen Tannen-Buchen-Mischwälder aus, sondern ist ungleichmäßig, meist einzeln oder gruppenweise beigemischt, tritt flächenweise auch rein auf, oder fehlt trotz analoger Standorte durch Zufälligkeiten der Bestandesentwicklung (vgl. Reservat Sasso Fratino; HOFMANN 70, BERTI 72, Abb. 241), 900–1200 m Tannen-Buchenwald, 1300–1500 m typischer Buchenwald. Die Tanne weist manche von Mitteleuropa abweichende Eigenheiten auf; strukturlabile Mischbaumart, Halbschattbaumcharakter, Freiflächenverjüngung (MAYER 76). Im montanen Buchenwald kommt die Tanne bei reduzierter Konkurrenzkraft noch ausgeprägter inselförmig vor (SUSMEL 57). Durch den jahrtausendelangen, anthropogenen Einfluß hat Tanne erheblich Areal verloren. Nach GIACOMINI-FENAROLI (58) dürfte ein Abieti-Fagetum teilweise die tiefmontane Klimaxgesellschaft gebildet haben.

Die **Apenninen-Tanne** hat GIACOBBE (73) als eigene Unterart (apennina) ausgeschieden. Wenn auch eine selbständige Varietät systematisch problematisch erscheint (MAGINI 73), so belegen Anbauversuche von PAVARI (51) eine Standortsrasse mit differenzierten nord- und südapenninischen Ökotypen.

Anthropogene Tannenwälder: Lokal stocken im Apennin ausgedehnte Tannen-Reinbestände. Weder vegetationskundlich, standortskundlich noch lokalklimatisch kann es sich um ein buchenfreies Abietetum handeln. Die Tanne wurde schon seit dem Mittelalter durch die Klöster kultiviert (Lebensregeln der Benediktiner-Eremiten von Camaldoli), da sie sich durch die Klimagunst auf der Freifläche aufforsten läßt. Auf die intensive Aufforstungstätigkeit während der letzten zwei Jahrhunderte mit Umwandlung der reinen Buchenwälder gehen die großflächigen Tannenbestände in Vallombrosa (1450 ha), S. Romualdo di Camaldoli, S. Francisco alla Verna, Serra San Bruno (Abb. 240) zurück, die von guter Leistungsfähigkeit (130jg. 1000–1300 fm, PAVARI 60) sind. Nur im Nordapennin (Vallombrosa) macht sicht das Tannensterben stärker bemerkbar (MAYER 79).

e) Abies nebrodensis-Relikte im sizilianischen Buchenwald (Morandini 69, Abb. 242)

Das Areal der Abies alba nahestehenden Nebroden-Tanne wurde bis auf 21 Jungwüchse, davon 4 Exemplare von 3–6 m Höhe vernichtet. Diese Relikte befinden sich in der nordsizilianischen Madonie bei Petralia Sottana am Monte Scalone in NW-Exposition auf 1430–1670 m Höhe. Ein gepflanzter Baum in Polizzi Generoso erreicht bei 53 cm Durchmesser 12 m Höhe (KÖSTLER 56). Klimatisch ist der Standort sommerwarm, im Winter nur zeitweise schneereich und bei 815 mm Jahresniederschlag noch semihumid (Sommer 50 mm). Der Reliktstandort liegt in der submediterran-montanen Quercetum-Fagetum-Übergangszone (HOFMANN 60). Durch Kahlschlag, kurzumtriebigen Stockhieb, Beweidung und den langdauernden Freiflächeneffekt treten auf den gering entwickelten Dolomit-Kalk-Rendzinen thermophile Arten überdurchschnittlich auf: Quercus ilex, Quercus pubescens, Fraxinus ornus, Sorbus aria, Cotoneaster integerrimus, Juniperus hemisphae-

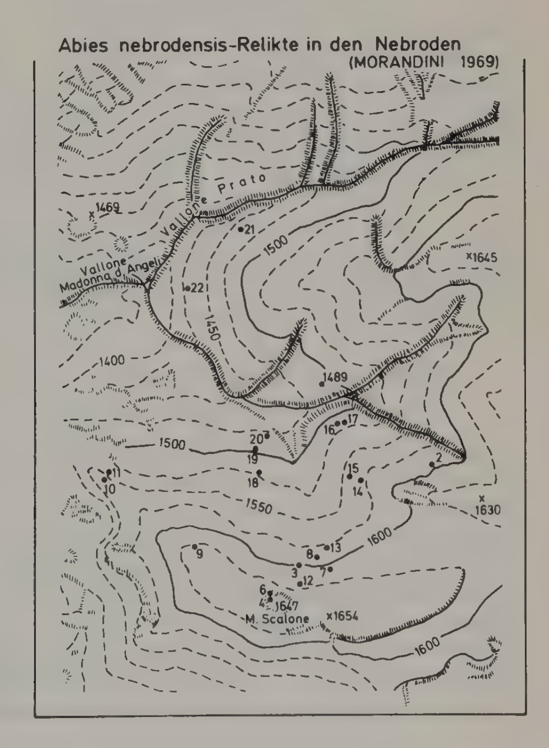


Abb. 242: Bis 4 m hohe Abies nebrodensis-Relikte im weitgehend verkarsteten Quercus pubescens-Fagus sylvatica-Übergangsgebiet (MORANDINI 69).

rica, Astragalus siculus. Fagus sylvatica (Ilex aquifolium) würde in naturnah aufgebauten Beständen noch eine wesentliche Rolle spielen. Für die nordsizilianische Relikttanne im Arealgrenzbereich der Buche ist ein warmtrockeneres Standortsklima als für die kalabrische Tanne typisch. Durch offensichtlich größere Trockenresistenz und Freiflächen-Verjüngung auf initialer Rendzina wäre Abies nebrodensis für Anbauversuche in submontanen Tieflagen Mitteleuropas waldbaulich interessant (MAYER 80). Die getroffenen Schutzmaßnahmen (Zäunung gegen Weidevieh, sorgfältige Beerntung mit geschützter Auspflanzung) dürften die Relikte vor der Ausrottung bewahren.

f) Pinus leucodermis-Reliktbestände in Nordkalabrien (Abb. 255)

Am Monte Pollino in Nordkalabrien und in den Avellino-Bergen bei Neapel (HOFMANN 58, RIKLI 48) tritt Pinus leucodermis reliktisch auf. In der Buchenwaldzone (900/1600–2100 m) sind kleinflächig geringwüchsige, 8–12 m hohe, 200–300-/600jährige Bestände auf typische Dauergesellschaftsstandorte mit flachgründigen Kalk- und Dolomitrendzinen beschränkt, auf stark verkarstete Rücken, Rippen (Steilabsätze oder Felsabbrüche), wo Buche (Quercus ilex) nicht konkurrenzkräftig ist. Durch Kahlschlag und Weide hat sich die Panzerkiefer wuchskräftiger (20–30 m) auf geringwüchsigen, randlichen Buchenwaldstandorten weiter ausgebreitet. Typische Festuco-Seslerietalia-Vegetation (1600–2100 m; PENNACHINI-BONIN 75): Festuca laevis, Paronychia kapela, Sesleria apennina, Avena praetutiana, Biscutella laevigata. Über der Buchenwaldgrenze ist eine schmale, aufgelockerte Pinus leucodermis-Stufe angedeutet (2100–2200 m), die ehemals bis zum Gipfel 2270 m reichte. Die Waldgrenzenreste stehen im Carex laevis-Sesleria tenuifolia-Treppenrasen. – **Abruzzen:** Kleinflächig Pinetum mugi.

2. Französisches und nordspanisches (Tannen-)Buchenwaldgebiet (Abb. 243)

Die südlichen Vorposten mitteleuropäischer Buchenwälder liegen in den Préalpes rhodaniennes (Provence), Cevennen und Pyrenäen-Vorlagen. Montan-hochmontan (über 800–1000 m) werden stets steilere Hänge mit gut drainierten Böden bestockt. An der südlichen Arealgrenze werden extrazonale, feuchtigkeitsbegünstigte Schattseiten eingenommen mit Verarmung an Charakterarten. Weit in die Mediterraneis vorgeschoben ist der mehrhundertjährige Hordelymus-Taxus-Buxus-Buchenwald Sainte Baume, nordöstlich von Marseille, der vom Buxo-Quercetum eingeschlossen ist. Nordspanische Südgrenze (Montseny 1200–1600 m). Sowohl in den französischen und spanischen niederschlagsreichen Randlagen der Pyrenäen dominieren relativ artenarme, aber charakterartenreiche Buchenwälder (THIEBAUT 79), treten labile Tannen-Buchenwälder kleinflächig auf und sind weitgehend reine Tannenwälder an trockene Innenlagen und auf den Südwestabfall beschränkt. Thermophile Buchenwälder (Cephalanthero-Fagion) sind am weitesten verbreitet; Buxo-, Scillo-, auch Ilici-Fagetum schon submediterran geprägt; siehe THIEBAUT (78, 79).

a) Südfranzösischer Buchenwald (Dentario pentaphyllo-Fagetum, Fagetum gallicum, BRAUN-BLANQUET 52)

Den noch weitgehend mitteleuropäischen reinen Buchenwald auf tiefgründigen Silikat- und Kalkböden begleitet Acer pseudoplatanus; randlich Kiefer (tiefer) und Tanne (höher). Viele Assoziations-CA.: Galium odoratum, Calamintha grandiflora, Dentaria pentaphyllos et heptaphylla, Luzula sylvatica ssp. maxima, Scilla bifolia, Festuca altissima, Doronicum pardalianches, Corydalis cava et intermedia. Reichlich Fagion-Arten: Mercurialis perennis, Melica uniflora, Helleborus foetidus; Begleiter: Luzula nivea, Prenanthes purpurea. Am niederschlagsreichen Mont Aigoual (1800–2100 mm) hochmontan (570/1150–1500 m) die Conopodium majus-Einheit mit Adenostyles alliariae, Majanthemum bifolium. An der Obergrenze windgescherte krüppelige Stämme. Im südlichen Valentinois (300–1600 m, Optimum 1000–1400 m) kommt auf verbraunten Rendzinen in schneereichen Lagen eine Mercurialis-Ausbildung vor (Forêt de Saou) mit Acer

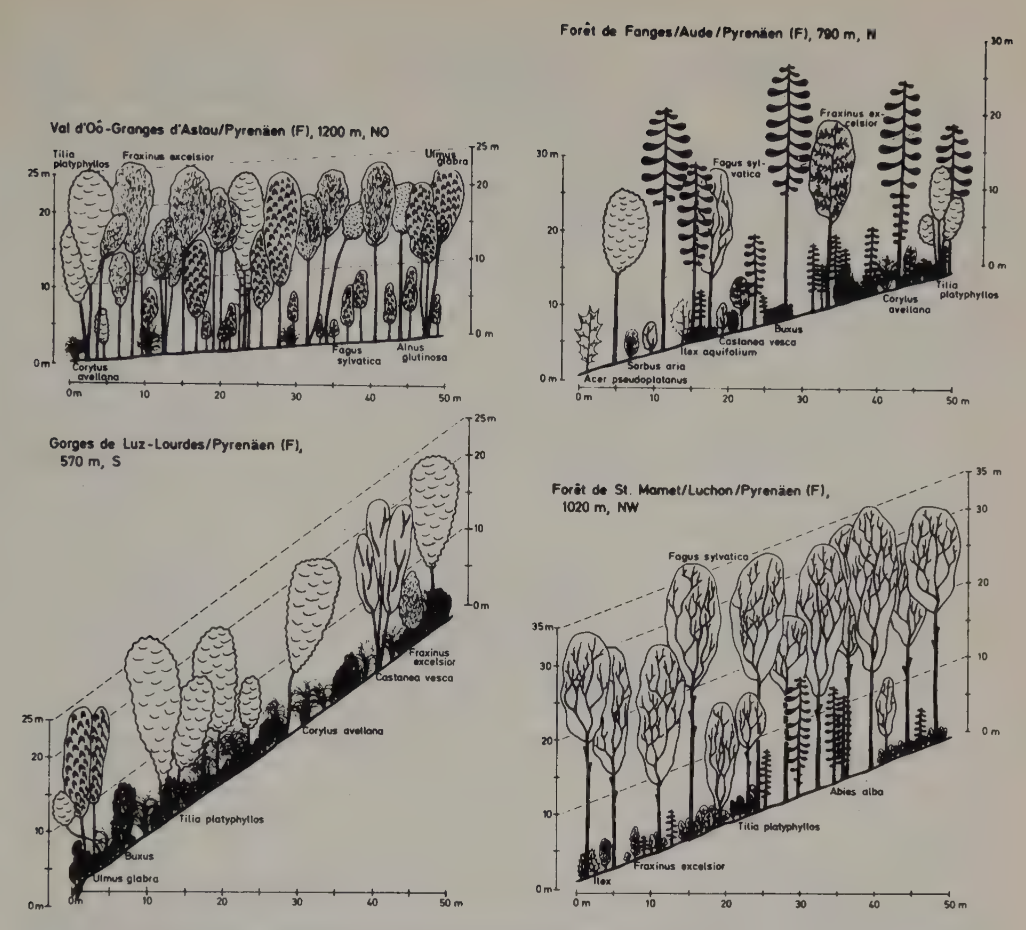


Abb. 243: Pyrenäen-Tieflagenwälder. Wüchsiges schattseitiges Ilici-Fagetum in den mittleren Pyrenäen (Mamet). Buxus-Winterlindenwald an steiler Rutschhalde bei Lourdes. Campanulo-Fraxinetum mit Bergahorn, Sommerlinde und Bergulme (Val d'Oô). Thermophiles Laubmischwald-Tannenvorkommen mit Winterlinde, Buxus (Flaumeiche; Aude).

pseudoplatanus, Saxifraga rotundifolia, Adenostyles glabra, Sanicula europaea, Hordelymus europaeus, Calamintha grandiflora-Einheit (Drôme, GAMISANS-GRUBER 79); Aconitum vulparia-Ausbildung auf Kalkrücken (Valeriana tripteris).

b) Scillo lilio-hyacinthi-Fagetum der Pyrenäen (BRAUN-BLANQUET 52, Abb. 244)

Die typische, bodenfrischere Gesellschaft von niederschlagsreicheren Standorten tritt in den östlichen und zentralen Pyrenäen (900–1600 m), auch Südpyrenäen (Ordesa, Aran-Tal, RIVAS-MARTINEZ 68, GRUBER 80), auf Granit in Montseny/Nordspanien (TÜXEN-OBERDORFER 58, BOLOS 57) auf. **B.:** Fagus sylvatica, Acer platanoides, Fraxinus excelsior, Abies fehlt selten (Scillo-Abieti-Fagetum). **CA.:** Veronica montana, Galium odoratum, Festuca altissima, Isopyrum thalictroides, Crepis lampsanoides, Arum maculatum, Phyteuma gallicum, Doronicum pardalianches; Fagion-Arten: Lamiastrum galeobdolon, Melica uniflora, Luzula sylvatica ssp. maxima, Daphne laureola, Circaea lutetiana, Helleborus viridis ssp. occidentalis, Euphorbia hiberna. Pyrenäen-Differentialarten: Scrophularia alpestris, Cicerbita plumieri, Adenostyles pyrenaica, Meconopsis cambrica. Die Buxus sempervirens-Einheit besiedelt im Tal von Aude floristisch

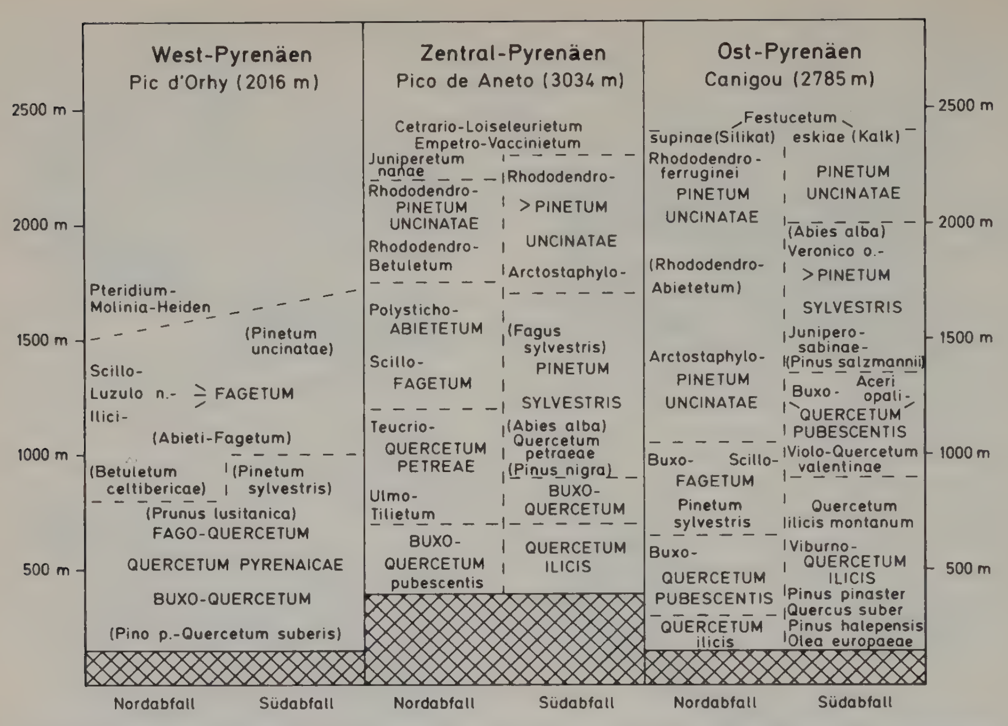


Abb. 244: Vegetationsprofile in den Pyrenäen. Durch die Lage im mediterran-atlantischen Übergangsgebiet ist die Bewaldung nicht nur zwischen Osten und Westen, sondern auch zwischen dem Süd- und Nordabfall stark unterschiedlich. **Mediterrane Ostpyrenäen.** Am Südabfall ist der Steineichenwald typisch entwickelt. Die Höhenverschiebung des Flaumeichenwaldes gegen Süden ist beträchtlich. Montan dominiert im Norden Pinus uncinata, die im Süden erst an der Waldkrone über einer Pinus sylvestris-Stufe zur Herrschaft gelangt. Buchen- und Tannenwald spielen nur eine sekundäre, mehr reliktische Rolle. **Zentralpyrenäen im submediterran-subatlantischen Übergangsgebiet.** Nur noch im Süden tritt Quercus ilex auf, wo über einer Flaumeichen- und mächtigen Pinus sylvestris-Stufe hochmontan Pinus uncinata dominiert. Der Nordabfall hat einen wesentlich mesophileren Vegetationscharakter: Linden- und Traubeneichenmischwald, typischer montaner Buchen- und Tannenwald, Waldgrenzen-Birkenwald. **Atlantische Westpyrenäen.** In dem niedrigen Gebirge mit einheitlichem Vegetationsgefüge erhebt sich über der atlantischen Eichenwaldstufe, Quercus robur und pyrenaica, bis zur Waldgrenze ein uniformer Buchenwaldgürtel. Vereinzelt meerferner noch Abies alba, Pinus uncinata, Pinus sylvestris. Grundlagen: RIVAS-MARTINEZ 68, NÈGRE 72, GAUSSEN 56, GRUBER 80.

verarmt, schluchtartige Kalkstandorte (600–750 m). **DA.:** Euphorbia amygdaloides, Sorbus torminalis, Coronilla emerus, Quercus pubescens-Wald-Nähe. Ferner Hedera helix (vital bis in die Baumkronen), Geranium nodosum, Conopodium majus, Luzula forsteri. Dryopteris filix-mas-Hochlagen-Ausbildung hat Kontakt zum Pinetum uncinatae bei mehr mitteleuropäischem Asperulo-Fagion-Charakter; Helleborus occidentalis, Athyrium filix-femina, Gymnocarpium dryopteris. Extrem verarmte Helleborus viridis-ssp. occidentalis-Ausbildung am Buchenwald-Arealreand in Nordspanien (Montseny 900–1400 m, BOLOS 57); Phyteuma spicatum ssp. pyrenaicum, Moehringia trinervia, Daphne mezereum, Geranium nodosum, Polystichum setiferum, Doronicum pardalianches.

c) Submediterranes tiefmontanes Buxo-Fagetum
(BRAUN-BLANQUET et al. 52, QUÉZEL 52)

Im Flaumeichenwaldgebiet sind extrazonale Buchenwaldinseln nur noch schattseitig konkurrenzkräftig (z.B. Sainte Baume; 500–1200 m). Mittelwüchsiger Buchen-(Nieder-)wald mit nahezu Laubmischwaldcharakter auf mäßig frischen Rendzinen. **B.:** Fagus sylvatica, Quercus

pubescens, Acer opalus, Sorbus aria, Fraxinus excelsior; Acer campestre, opalus et monspessulanum, Tilia platyphyllos, Taxus baccata. **S.:** Buxus sempervirens, Viburnum lantana, Coronilla emerus, Amelanchier ovalis, Rhamnus catharticus (Corylus, Tamus, Crataegus, Rosa). **CA.:** Cephalanthera damasonium et rubra, Sanicula europaea, Geranium nodosum, Euphorbia dulcis, Doronicum pardalianches. Reichlich Flaumeichenwaldelemente: Daphne laureola, Coronilla emerus, Melittis melissophyllum, Helleborus foetidus, Primula veris, Laserpitium nestleri, Polygonatum odoratum, Sesleria varia, Laserpitium latifolium, Cephalanthera longifolia, Chrysanthemum corymbosum. Enge Verwandtschaft zum mitteleuropäischen Cephalanthero-Fagion (BARBÉRO-QUÉZEL 75). Sonstige Laubwald-Arten: Mercurialis perennis, Lathyrus vernus, Melica uniflora. In Drôme sogar Gentiana lutea (GAMISANS-GRUBER 79). Analoge Einheit in den Südpyrenäen (SUSPLUGAS 42, RIVAS-MARTINEZ 68; 1300–1500 m) mit geringwüchsiger Buche (8–10 m); Helleboro occidentalis- bzw. Daphno laureolae-Fagetum; Dentaria heptaphylla, Primula veris, Luzula nivea, Moose: Mnium undulatum, Plagiochila aspenioides, Neckera crispa, Ctenidium molluscum.

Buxus-Buchenwald auch in der Sierra Sauva de Negra (BOLOS 48), Buxus-Gebüsch-Degradationsstadien tiefmontan (Ordesa, 800–1300 m) mit Amelanchier, Ligustrum, Genista scorpius, Juniperus communis, Pinus sylvestris.

d) **Buxo-Abieti-Fagetum** (TÜXEN-OBERDORFER 58)

Im Ordesa-Nationalpark (Südpyrenäen, 1300–1400 m) treten buchsbaumreiche Tannen-Buchenwälder (20–25 m) auf mit Esche, Bergahorn, Acer opalus, Buxus, Ilex aquifolium, Prenanthes purpurea, Daphne laureola ssp. philippi, Neottia nidus-avis, Galium odoratum, Cephalanthera rubra. Auf Kalkrendzinen (Rippen) stockt eine trockene Subassoziation mit Pyrola minor, P. secunda, Veronica officinalis und Galium rotundifolium. Tanne nimmt in Spanien noch 70 000 ha ein.

e) **Bodensaurer Buchenwald** (Luzulo-Fagion)

Den nordspanischen Moderhumus-Buchenwald kennzeichnen: Luzula luzuloides (nur teilweise), Luzula sylvatica var. typica, Diphiscium sessile, Poa chaixii, Calamagrostis arundinacea, Avenella flexuosa, Vaccinium myrtillus, Polytrichum attenuatum, Dicranella heteromalla.

Luzulo niveae-Fagetum (SUSPLUGAS 35, 42). Von 1200–1400 m schattseitig auf Granit in den Ostpyrenäen. 15–20 m hoher bodensaurer Buchenwald mit Conopodium majus, Veronica urticifolia, Saxifraga granulata, Arabis hirsuta, Prenanthes purpurea, Silene rupestris (Rhododendron ferrugineum), Polypodium vulgare, Vaccinium myrtillus; F. galietosum pumili (Montseny, BOLOS 57).

Melico-Betuletum celtibericae in den Südwestpyrenäen (RIVAS-MARTINEZ 68). Tieflagen-Ausbildung (Drôme, 700–1200 m); Avenella flexuosa, Luzula sylvatica, Vaccinium myrtillus, Galium rotundifolium, Lathyrus montanus, Luzula forsteri, Galium odoratum (Tanne), Prenanthes purpurea. Auf trockenen Rippen im Kontakt zum Pyrolo-Pinetum sylvestris der bodensaure Pyrola-Buchenwald (Pyrola minor et secunda, Veronica officinalis, Melampyrum pratense).

Avenello-Fagetum (NÈGRE 75). In den Zentralpyrenäen tiefmontan (750–1000/1450 m) auf Schiefern ein artenarmer mittelwüchsiger Buchenwald (10–20 m). **CA.:** Avenella flexuosa, Luzula multiflora, Veronica officinalis, Vaccinium myrtillus, Oxalis acetosella, Prenanthes purpurea, Galium odoratum, Orobus tuberosus, lokal Ilex aquifolium; höhersteigende Tannen-Variante.

Teucrium scorodonia-Buchenwald (Drôme, 500–900 m, GAMISANS-GRUBER 79); dem atlantischen Ilici-Fagetum nahestehend auf Silikat mit Castanea sativa, Lathyrus montanus, Genista germanica, Luzula nivea, L. sylvatica, Sanicula europaea, Salvia glutinosa.

Subatlantische Ausbildung. Humiden Charakter hat auch das Ilici-Fagetum (Sierra de Finestra, Gerona, BOLOS 48), ebenso ein verarmtes Blechno-Fagetum ibericum (TÜXEN-OBERDORFER 58) bei Soria (RIVAS-MARTINEZ 68) im Kontakt zum Quercus pyrenaica-Wald in den Südwestpyrenäen (Helleborus occidentalis, Euphorbia hiberna). Gegen die Westpyrenäen zunehmend das

typische Ilici-Fagetum (Luzula nivea, Luzula sylvatica ssp. cantabrica, L. forsteri, Arenaria montana) und das Saxifrago spathularis-Fagetum mit Blechnum spicant.

f) Tannenwald in den Pyrenäen (Abb. 243, 244, 245)

Labkraut-Tannenwald (Galio rotundifolii-Abietetum, BRAUN-BLANQUET 52, RIVAS-MARTINEZ 68, 74); nahezu reine hochmontane Tannenwälder (Eberesche, Traubeneiche, Buche) finden sich auf nordseitiger Silikat-Unterlage, vor allem in den inneren Ostpyrenäen (1150–1550 m, Canigou 1500–1800 m, spanisches Aran-Tal 1100–1700 m, BOLOS 57); Tannen-Südwestgrenze bei Montseny (GAUSSEN 56). CA.: Veronica urticifolia, Lonicera nigra, Ribes petraeum, Pyrola uniflora, Vaccinium myrtillus, Festuca heterophylla, Pyrola secunda, Goodyera repens, Mnium spinosum, Pyrola minor, Monotropa hypopitys, Ptilium crista-castrensis. Begleiter: Luzula nivea, Oxalis acetosella, Rubus saxatilis, Prenanthes purpurea, Ranunculus breyninus, Epilobium montanum, Avenella flexuosa, Viscum album, Lathyrus montanus. Conopodium majus und

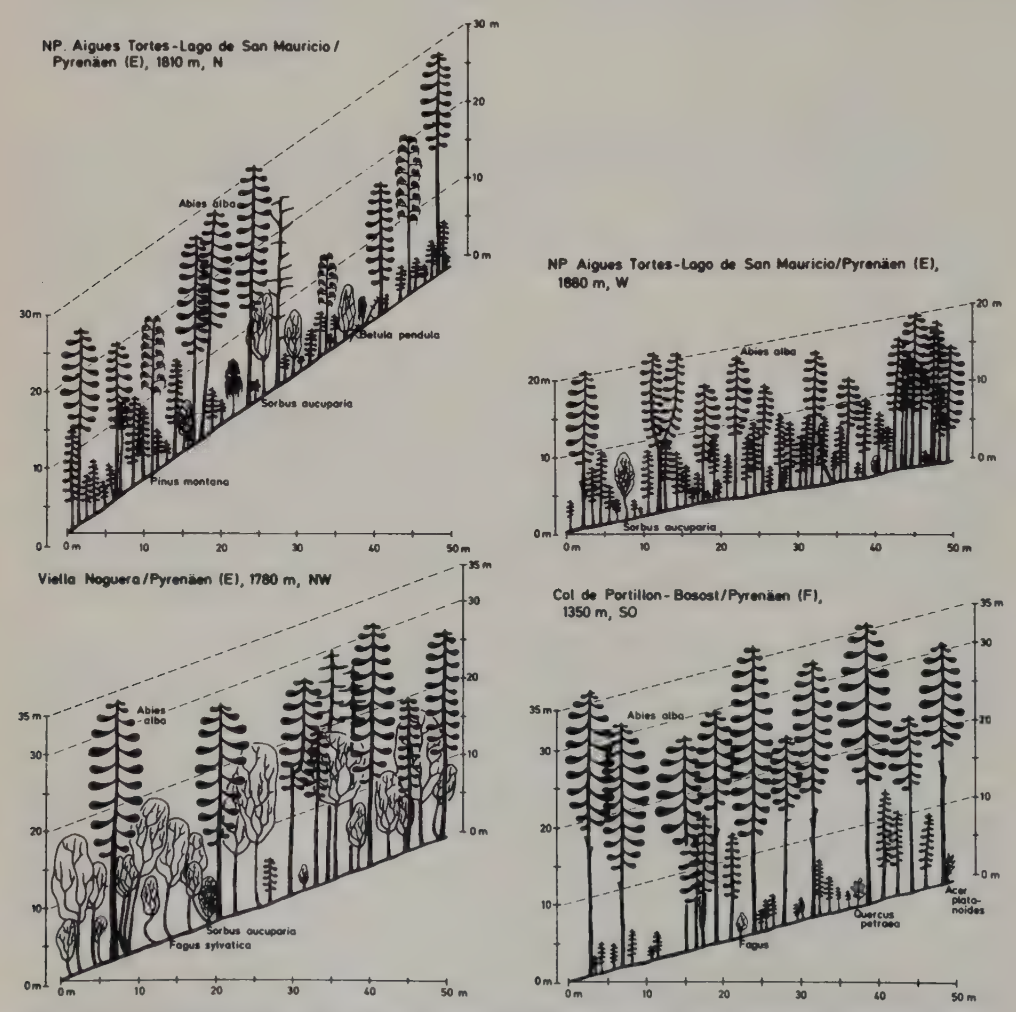


Abb. 245: Pyrenäen-Tannenwälder. Tannen-Buchen-Hochlagenwald (Viella). Trockentannenwald mit Pinus uncinata (montana) (Aigues Tortes, 1810 m). Tannen-Plenterwald mit Luzula sylvatica-Vaccinium myrtillus (Aigues Tortes, 1880 m). Wüchsiger Festuca altissima-Tannenwald in den Zentralpyrenäen (Portillon).

Doronicum pardalianches sind spezielle Pyrenäen-Trennarten; auch Vaccinium myrtillus-Ausbildung mit Moosen (Hylcocomium splendens, Rhytidiadelphus triquetrus; Bolos 57). An der unteren Arealgrenze (1100 m, Viella) Corylus-Ausbildung (Brachypodium pinnatum).

Waldschwingel-Tannenwald (Festuco altissimae-Abietetum, Rivas-Martinez 68). Meso- bis eutroph (1200–1600 m) reicher an Fagion-Arten: Asperula odorata, Prenanthes purpurea, Saxifraga umbrosa, Lamium galeobdolon, Scilla lilio-hyacinthus, Luzula sylvatica, Dentaria heptaphylla, Dryopteris dilatata.

Farn-Tannenwald der Zentralpyrenäen (Polysticho-Abietetum, Nègre 72). Auf Schattseiten stocken montan (700/1000–1800 m) weitgehend reine, wüchsige (25–30 m), meist einschichtige Tannenbestände auf Schiefer- und Moränen-Braunerden, während auf analogen Südseiten Buche dominiert. Im Gegensatz zu den Apenninen bestockt Tanne die höheren und Buche die tieferen Lagen. Farn- und moosreiche Gesellschaft: Polystichum aculeatum, P. braunii, Athyrium filix-femina, Blechnum spicant, Gymnocarpium dryopteris, Thelypteris phegopteris, Gymnocarpium robertianum; Dryopteris dilatata, D. filix-mas. Ferner Luzula sylvatica, Scilla lilio-hyacinthus, Lysimachia nemorum. Charakteristische Endemiten: Rubus koeleri, Sonchus plumieri, Adenostyles pyrenaica, Scrophularia pyrenaica, Valeriana pyrenaica. Vikariierend Galium rotundifolium ssp. ovalifolium. Usnea- und Parmelia-Flechten sind reichlich an Ästen, mediterran-montan regelmäßiger als in Alpen-Hochlagen. Hochmontane Fagus- (1200–1700 m) und tiefmontane Quercus petraea-Variante (600–1400 m). Luzula sylvatica- ssp. maxima-Ausbildung leitet zum Galio-Abietetum über. Beim Übergang zum Fagetum treten Moose und Farne zurück. Im buchenreichen Tannenwald sind typisch für die Tannen-Variante: Sonchus plumieri, Dryopteris filix-mas, Prenanthes purpurea, Rhytidiadelphus triquetrus, Luzula maxima, Pyrola-Arten. Buchenvariante: Adenostyles pyrenaica.

Tiefmontaner Buxus-Tannenwald (Quézel 79) auf Kalk in den Ostpyrenäen.

Subalpiner Rhododendron ferrugineum-Tannenwald nur auf Schattseiten (1600–1900 m), oft im Kontakt mit dem Rhododendro-Betuletum; Homogyne alpina, Lonicera alpigena, Orthilia secunda.

3. Korsisches (Tannen-)Buchenwaldgebiet (Gamisans 76; Ellenberg 64, Abb. 237, 238)

a) Rispengras-Buchenwald (Poo balbisii-Fagetum, Gamisans 76)

Auf der regenreicheren Luvseite (1500–2000 m), speziell auf frischen, schattseitigen Standorten, durchwegs bodensaure Silikat-Braunerde, nimmt die Buche (Tanne) ein engbegrenztes Areal ein (1000–1600/1800 m). Mittel- bis geringwüchsige, teilweise niederwaldartige, meist reine Buchenbestände (15–25 m), randlich Tanne, Schwarzkiefer, etwas Ilex aquifolium, Taxus baccata. **CA.:** Luzula nivea, Neottia nidus-avis, Pyrola chlorantha, Galium rotundifolium, Luzula pedemontana, Veronica officinalis. Phänologisch auffallend: Helleborus lividus ssp. corsicus, Crocus corsicus, Cyclamen repandum et hederifolium. Die Gesellschaft korrespondiert mit dem Schwarzkiefernwald auf sonnseitigen und trockeneren felsigen Rippen und Köpfen. Das sommerliche Lokalklima ist im Buchenwald um 2–8° kühler als im Schwarzkiefernwald. Mit dem Luzulo pedemontanae-Fagetum (Oberdorfer-Hofmann 62) aus dem Nordapennin besteht große Übereinstimmung. Wüchsigere Athyrium filix-femina-Untergesellschaft mit Allium ursinum, Saxifraga rotundifolia, Carex remota, Blechnum spicant, Asperula odorata. Wintergrün-Untergesellschaft (Pyrolo minoris-Fagetum), hochmontan (1400–1500 m) mit der typischen Ausbildung auf etwas trockeneren Standorten korrespondierend: Luzula luzulina, Vaccinium myrtillus, Viola biflora, Blechnum spicant, Gymnocarpium dryopteris.

b) Montaner Labkraut-Tannenwald (Galio-Abietetum)

Durch die Mischungslabilität, kein stabiles Abieti-Fagetum, geht die Entmischung rasch zu einem Galio rotundifolii-Abietetum (1000–1600 m). Kennarten: Veronica officinalis, Luzula

pedemontana, Festuca heterophylla, Helleborus corsicus, randlich Fagus sylvatica, Acer pseudoplatanus, Pinus nigra ssp. laricio. Tannenwälder sind an noch frischere und humidere Standorte als Buche gebunden. Nach Pollenanalysen (REILLE 75) war Tanne früher weiter verbreitet und hat seit 1400 Jahren viel Areal an Buche verloren. Wo Buche fehlt (Bavella, 1200–1600 m), nimmt der Tannenwald analoge Standorte ein und steht dann direkt im Kontakt mit dem Ilici-Quercetum ilicis (Erica arborea) und Pinus pinaster; Tanne bis 53 m, 2,10 m ∅, 49 fm, Marmano.

Hochmontaner Baldrian-Tannenwald. An der südlichen Verbreitungsgrenze der Grünerle schließt das Valeriano rotundifoliae-Abietetum (GAMISANS 76) an; 1600–1800 m; Adenostyles briquetii, Saxifraga rotundifolia, Senecio fuchsii, Vaccinium myrtillus, Galium rotundifolium, Luzula pedemontana, Poa balbisii, Prenanthes purpurea, Blechnum spicant.

c) Tiefmontaner Waldmeister-Eibenwald
(Asperulo odorati-Taxetum baccatae, GAMISANS 76)

Auf schattseitigen Schieferstandorten (Tenda, 850–1350 m) kennzeichnen Taxus baccata-Ilex aquifolium-Buschwälder Geranium nodosum, Lilium martagon, Lathyrus venetus, Allium ursinum, Mercurialis perennis; vielfach degradiert.

d) Grünerlengebüsch (Alnetum viridis ssp. suaveolentis) in Korsika (GAMISANS 76)

Hohe Gebirge, reichliche Niederschläge (1500–2000 mm), lange Schneelage (5–8 Monate) erklären das einmalige reliktische Überdauern im mediterran-montanen Buchenwaldgebiet. 1–3 m hohe Gebüsche stocken auf schattseitigen Silikat-Standorten in Luvlage hochmontan (1600–2100/2200 m, Einzelexemplare bis 2400 m). **CA.:** Sorbus aucuparia ssp. praemorsa, Stellaria nemorum ssp. glochidisperma, ferner Cymbilaria hepaticifolia, Luzula luzulina, Stachys corsica sowie Hochstauden (Peucedanum ostruthium, Viola biflora, Saxifraga rotundifolia, Ranunculus platanifolius, Streptopus amplexifolius). Kontakt zum Valeriano rotundifoliae-Adenostyletum briquettii und auch zu Tannenstandorten (Valeriano-Abietetum). Randlich in feuchten Mulden das Adenostyletum alliariae ssp. briquettii mit Valeriana pyrenaica.

e) Birken-Pionierwald (Betuletum pendulae)

An der Arealgrenze von hochmontanen Gesellschaften treten teilweise säbelwüchsige Birkenbestände auf, z. B. im Kontakt mit dem Alnetum suaveolentis (Viola biflora, Saxifraga rotundifolia, Huperzia selago, Vaccinium myrtillus, Juniperus nana); ebenso beim Übergang vom Buchenwald zum Schwarzkiefernwald, z. B. Col di Vergio (Abb. 237).

4. Pyrenäen-Kiefernwald (RIVAS-MARTINEZ 69, GRUBER 80; Abb. 246)

Mediterran-montaner Pinus sylvestris-Wald. Nur auf der Iberischen Halbinsel spielt in montaner Gebirgslage Pinus sylvestris montan noch eine Rolle. Im Apennin (starke Buchenkonkurrenz) wird sie durch Pinus nigra ersetzt, ebenso in Griechenland bis auf den Norden; in Nordwestanatolien am Rand des Mediterran-Gebietes Pinus sylvestris var. hamata.

In den Pyrenäen sind zwischen der Flaumeichen- und Buchenwaldzone und dem hochmontanen Pinus uncinata-Gürtel Kiefernwälder vor allem auf der trockenen Südwestseite weiter verbreitet.

a) Karbonat-Wintergrün-Kiefernwald
(Pyrolo-Pinetum, LÜDI 56, Hepatico-Pinetum, GRUBER 78)

In den Südpyrenäen auf Kalk (1100–1600 m) mit Pyrola uniflora, chlorantha, secunda et minor; Pteridium aquilinum, Monotropa hypopitys, Helleborus occidentalis, Polygala calcarea,

Festuca gautieri, Valeriana montana, Arctostaphylos uva-ursi. Weitere Ausbildungen mit Pinus uncinata, Buxus sempervirens, Agropyron caninum, Daphne hispanica (oleoides), Ononis aragonensis; Cytiso purgantis-Pinetum sylvestris-Hochlagen-Ausbildung.

b) Silikat-Veronico officinalis-Pinetum sylvestris (Rivas-Martinez 68)

Von 1550–1815 m auf steilen Süd- und Ostseiten mit Silikat-Unterlage: Pinus sylvestris var. pyrenaica. Kennarten: Avenella flexuosa, Veronica officinalis, Sorbus aucuparia, Hylocomium splendens. Das Veronico-Pinetum pinetosum uncinatae höherer Lagen kennzeichnen Daphne mezereum, Vaccinium myrtillus, Juniperus nana.

Sadebaum-Kiefernwald (Junipero sabinae-Pinetum sylvestris, Rivas-Martinez 69) und Junipero hemisphaerico-Pinetum sylvestris (1700–1900 m).

5. Subalpiner Hakenkiefernwald (Pinion uncinatae, Abb. 246)

a) Rhododendro ferruginei-Pinetum uncinatae (Tüxen-Oberdorfer 58)

Die mehr schattseitige Gesellschaft mit tpyisch subalpinem Charakter (1800–2300/2650 m) ist auf schuttreiche, mehr schattseitige Standorte beschränkt, reliktisch verarmt und reicht bis in das Kantabrische Gebirge. **CA.:** Homogyne alpina, Hylocomium splendens, Rhytidiadelphus triquetrus, Rosa pendulina, Sorbus chamaemespilus, Pyrola minor, Gentiana burseri, Monotropa hypopitys, Pinus uncinata (ausgeprägte Lichtbaumart), Juniperus communis ssp. hemisphaerica, auch Pinus sylvestris. In höheren Lagen (2100–2300 m) sind bezeichnend: Vaccinium uliginosum, Empetrum hermaphroditum, Luzula lutea ssp. pyrenaica, Betula pubescens ssp. carpatica. Tiefere Lagen (1550–1800 m): Vaccinium myrtillus, Juniperus nana und besonders Saxifraga geranoides. Die Abies alba-Ausbildung kennzeichnen Pulmonaria officinalis, Luzula nivea, Luzula sylvatica, Lonicera alpigena. Es besteht Kontakt zum Festuco- und Galio-Abietetum sowie zum Luzulo-Scillo-Fagetum (Rivas-Martinez 68).

b) Arctostaphylo uva-ursi-Pinetum uncinatae

Diese xerophile, sonnseitige Hauptgesellschaft des Hakenkiefernwaldes ersetzt in den Pyrenäen den subalpinen Fichten- und Lärchen-Zirbenwald bei scharfer unterer Grenze (1600–2200/2500 m). Bei feuchter Nebellage treten schattseitig inselartige Tannen-Buchenwälder auf. Die obere Waldgrenze von Pinus uncinata in den Pyrenäen liegt in der Cerdagne bei 2620 m; Cambrads d'Aze 2740 m (Guiter 78). **CA.:** Arctostaphylos uva-ursi ssp. uva-ursi, Cotoneaster integerrimus, Juniperus nana et hemisphaerica, Pulsatilla alpina, Calluna vulgaris, Avenella flexuosa; Ausbildungen mit Festuca gautieri, Dryas octopetala, Rhamnus alpina, Amelanchier ovalis, Juniperus sabina. Variante mit Pinus sylvestris var. pyrenaica (Echinospartum [Genista] horridum). Azidophile Ausbildung mit Cytisus purgans und Vaccinium uliginosum.

6. Rhododendro ferruginei-Betuletum pendulae (Nègre 72)

In den Zentralpyrenäen (1300–2200/1700–2000 m) kommt auf schattseitigen Blockschutt-Steillagen (Ranker) die subalpine Dauerwaldgesellschaft (3–5 m) vor. Aufbau: Sorbus aucuparia, Streptopus amplexifolius, Vaccinium myrtillus; zahlreiche Farne (Dryopteris carthusiana, Dryopteris filix-mas), lokal Dryopteris thelypteris und Moose (Plagiothecium undulatum, Ptilium crista-castrensis). Dem Vegetationsmosaik entspricht ein differenziertes Mikroklima; randlich Rhododendro-Hylocomietum und Cotoneastro-Arctostaphyletum. Untereinheiten mit Pinus uncinata, Lycopodium annotinum (1800–2200 m), Adenostyles pyrenaica (1650–2000 m), Ranunculus platanifolius, Epilobium durieui, Abies alba, Fagus sylvatica (25–30 m, Aconitum napellus) auf

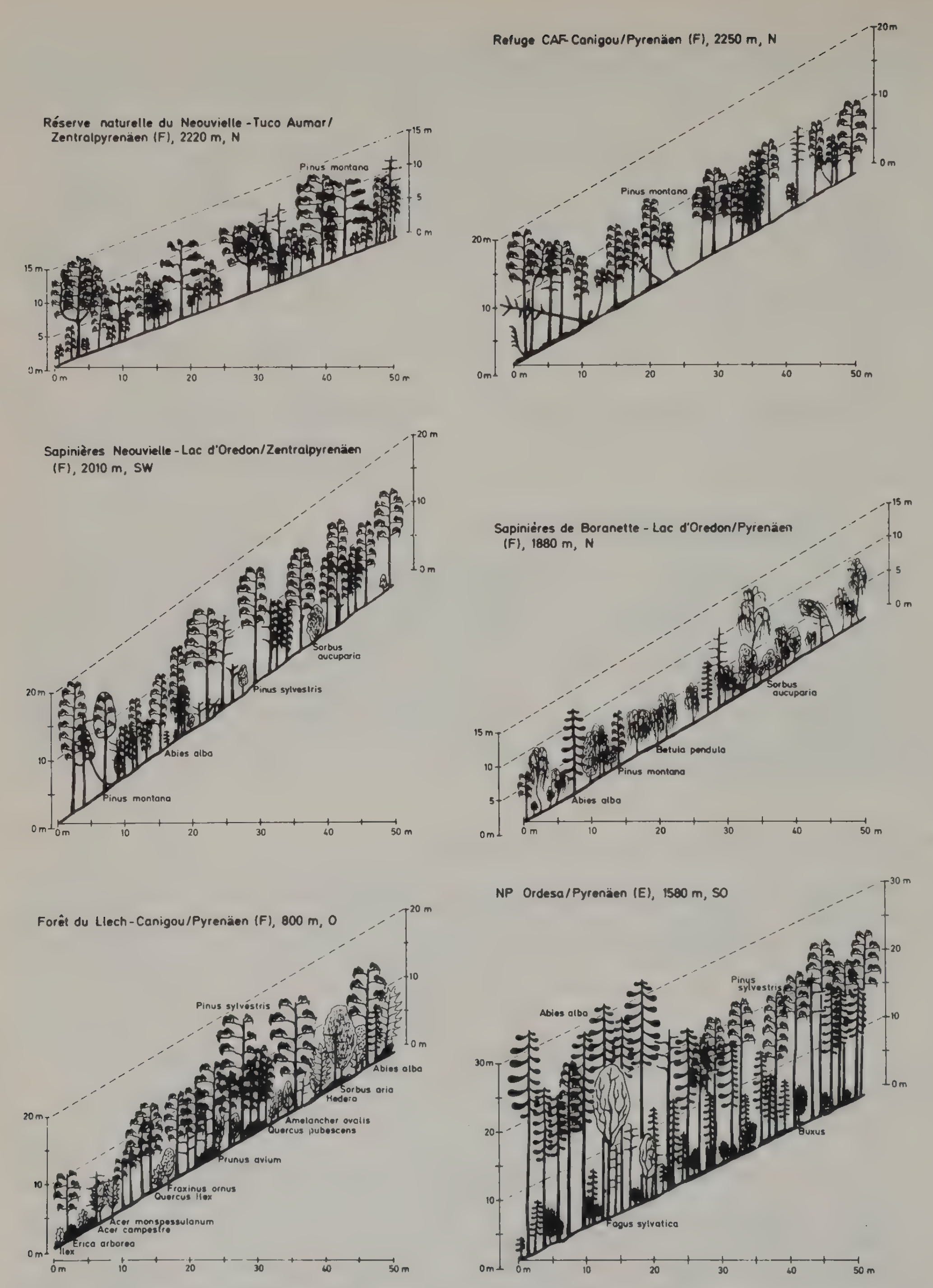


Abb. 246: Kiefernreiche Wälder in den Pyrenäen. Trockenes Pino sylvestris-Abietetum mit Buxus und Buche (Nationalpark Ordesa). Submediterraner Waldkiefernwald im Kontakt zum Fraxinus ornus-Flaumeichenwald (Llech). Südseitiger Hochlagen-Waldkiefernwald mit Pinus unicinata (montana; Neouvielle). Hakenkiefern-Waldkronenbestockung in den Zentralpyrenäen (Tuco Aumar) und Ostpyrenäen (Canigou). Waldgrenzen-Birken-Blockwald mit Pinus uncinata (montana; Boranette).

tiefgründigeren Böden. Sekundäre Birken-Degradationsgesellschaft mit Corylus avellana, Brachypodium pinnatum, Galium rotundifolium ssp. ovalifolium (1300–1500 m). Brachypodio pinnati-Betuletum als natürliche Pionier- und Degradationsgesellschaft in 600–1500/2000 m Höhe auf Schieferhangschutt und Moräne mit Betonica officinalis, Dianthus monspessulanum. Thelypterido-Betuletum pubescentis (Südpyrenäen, RIVAS-MARTINEZ 68)

7. Zwergstrauchgesellschaften in den Pyrenäen (RIVAS-MARTINEZ 68, 69)

Cetrario nivalis-Loiseleurietum procumbentis (2300–2800 m), Ranker; **CA.:** Luzula lutea, Rhododendron ferrugineum, Juncus trifidus, Cetraria islandica, Festuca supina. **Empetro hermaphroditi-Vaccinietum uliginosi** (2300–2800 m); **CA.:** Rhododendron ferrugineum, Arctostaphylos alpina, Juniperus nana, Dryas octopetala, Carex curvula. **Cytisetum purgantis** (1450–1900 m). Offene sonnseitige Pinus sylvestris-/uncinata-Bestände; Juniperus nana, Festuca lucifera (cinerea), Vaccinium myrtillus, Calluna vulgaris. **Alpine Grasheiden** des Festucion eskiae (Kalk) und Festucetum supinae (Silikat, GRUBER 71). Schneetälchen-Gesellschaften (RIVAS-MARTINEZ 69); Cardamino-Gnaphalietum supini, Anthelico-Salicetum herbaceae, Carici-Salicetum retusae).

C. Westmediterrane Hartlaubwaldzone (Abb. 247)

I. Mediterrane Hartlaubwaldstufe

Verbreitung mediterraner Gesellschaften (RIVAS-GODAY 56)

Typisch ist ein mehrdimensionales Vegetationsgefälle. Von Süden und Osten reichen bis nach Lissabon – Madrid sowie in das Ebro- und Kastilische Becken semiaride bis semihumide Gesellschaften (Pistacia lentiscus, Quercus ilex und rotundifolia). In den höheren und niederschlagsreicheren Gebieten (Gibraltar – Sierra Nevada, zentralspanische Gebirge) kennzeichnen semihumide-humide Gesellschaften (Quercus suber, Acer monspessulanum ssp. granatense, Quercus canariensis sowie atlantische Quercus pyrenaica-Wälder mit Sarothamnus. Auf den typisch mediterranen Osten ist das Quercion lusitanicae ssp. valentinae (meist Kalk) beschränkt. Mediterran-atlantischen Charakter hat im Westen (Südportugal, Westspanien, Algeciras) das Quercion lusitanicae ssp. fagineae (meist Silikat). Gegen den atlantischen Westen wird tiefmediterran Quercus ilex-rotundifolia durch Quercus robur abgelöst, hochmediterran Quercus lusitanica durch Quercus pubescens (nur auf Kalk), schließlich durch Quercus pyrenaica auf Silikat.

1. Eu-mediterraner Ölbaum-Pistazien-Buschwald (Querco-Lentiscetum, BRAUN-BLANQUET et al. 52)

Das iberische Oleo-Ceratonion ist am besten in SO-Spanien im Raum Almeria-Cartagena-Alicante (RIVAS-MARTINEZ 76, FREITAG 71) entwickelt. In den tiefsten und wärmsten Lagen (unter 350–400 mm Niederschlag) sind Reste der 1–1,5 m hohen Gesellschaft inselförmig aufgelöst. Bei niederschlagsreicheren Gebieten und auf tiefgründigeren Böden entwickeln sich 3–5 m hohe Bestände (Olea, Pistacia, Ceratonia) und überragen den Hartlaubbusch; teilweise auch Quercus rotundifolia. **CA.:** Ephedra fragilis, Chamaerops humilis, Asparagus stipularis et alba, Centaurea intybacea; ferner (RIVAS-GODAY 56, 59) Rhamnus oleoides, Cneorum tricoccum, Osyris lanceolata. Täler und höher gelegene Lagen kennzeichnet Myrtus communis mit zahlreichen klimmenden Holzpflanzen; lokal reliktische Tetraclinis articulata-Variante (Gymnosperma europaea, Periploca laevigata). Offene Flächen decken Rosmarinus-Heiden und Cistus albidus. In den trockensten

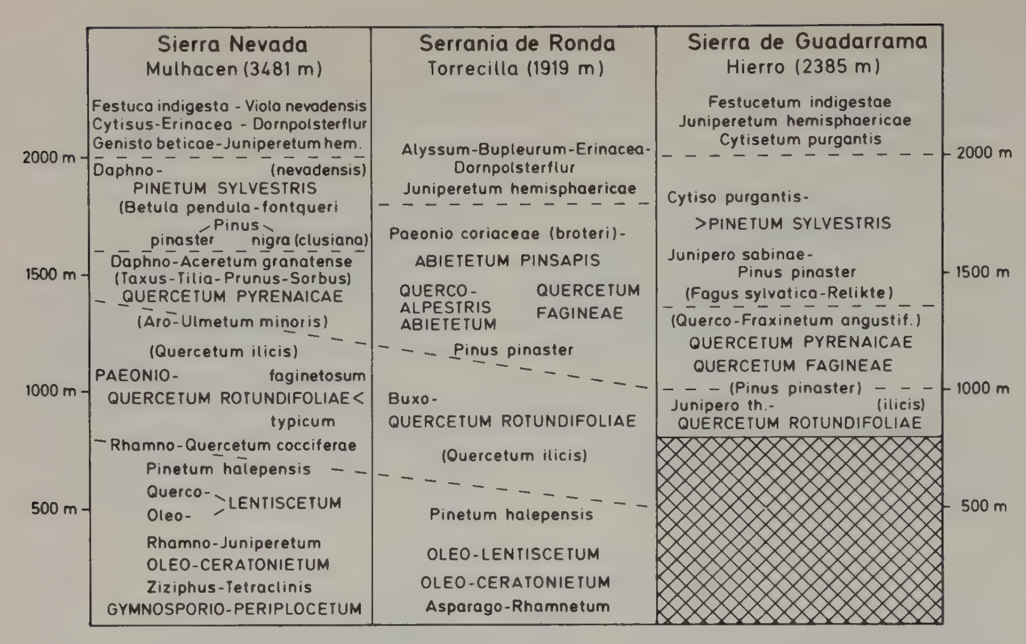


Abb. 247: Höhenprofile auf der Iberischen Halbinsel (nach RIVAS-MARTINEZ 76, 78, ERN 66, 72, FREITAG 71, TÜXEN-OBERDORFER 58, RIVAS-GODAY 56). **Semiarides Profil Sierra Nevada.** In Gata, dem europäischen Trockenpol, wird die Waldgrenze unterschritten, so daß Halbwüstenvegetation und Steppen-Trockengebüsch auftritt. Die immergrüne Eichenwaldstufe ist mächtig entwickelt, laubwerfende Eichenwälder nur noch fragmentarisch. Eigenartiger Ahorn-reicher Höhenwald. Pinus sylvestris bildet als Relikt die Waldgrenze. Die natürliche Rolle von Pinus nigra, heute durch Aufforstungen dominant, ist kaum rekonstruierbar. **Semihumides Profil Ronda.** Im relativ niederschlagsreichen Gebiet der Betischen Kordillere ist die tief- und hochmediterrane Stufe weniger mächtig. Über einer schmalen Quercus faginea-Stufe dominieren Abies pinsapo-Wälder, gemischt tiefmontan und rein hochmontan bis zur Waldgrenze. **Binnenländisches (semi-)humides Profil Guadarrama.** Durch die große Sockelhöhe der Meseta ist der immergrüne Steineichenwald fragmentarisch entwickelt, die submediterrane Eichenwaldzone ist landschaftsbestimmend am Fuß des Gebirges. Mächtig ist die anthropogen ausgeweitete Waldkiefernzone entwickelt.

Gipsgebieten (100–200 mm N) wird die nicht mehr konkurrenzkräftige Gesellschaft von Steppenbuschwäldern abgelöst. Auf felsigen Dauergesellschaftsstandorten das Calycotomo-Myrtetum.

Auf den **Balearischen Inseln** (BOLOS-MOLINIER 58) in eu-mediterraner Trockenlage (Ibiza) verbreitet mit Ceratonia siliqua, Cneorum tricoccum; trockenste Ausbildung mit Olea europaea var. sylvestris, Prasium majus; Pistacia lentiscus. Im regenreicheren Mallorca-Menorca durch das Quercetum ilicis verdrängt. Meridionale Enklave im Quercion fagineae in Südportugal (Algarve) mit Olea, Ceratonia, Chamaerops (BRAUN-BLANQUET et al. 56).

2. Natürliche Steppen-Buschwälder in der südostspanischen Trockeninsel (FREITAG 71, RIVAS-GODAY 59)

Tieflagen und untere Bergwaldstufe (bis 450 m) mit trockenen Hartlaubgebüschen und offenen Pinus halepensis-Wäldern bei 250–450/550 mm N. Im trockenen Küstenbereich unter 200–250 mm löst sich das Lentisco-Ceratonietum natürlich auf und es entstehen oft steppenartige Trockengebüsche. Regionale Indikatoren: Stipa tenacissima (optimal), St. parviflora, Lygeum

spartum; bewässerte Kulturen von Musa, Anona, Ceratonia, Dattelkulturen bei Elche, Anpflanzungen von Agave.

a) Asparago albi-Rhamnetum oleoidis

S.: Rhamnus lycioides ssp. oleoides, Phlomis purpurea, Withania frutescens; **C.:** Urginea maritima, Aristolochia baetica, Rumex thyrsoides; ferner Lavandula dentata, Arisarium vulgare, lokal Chamaeropo-Rhamnetum und Asparago-Calycotometum. Im offenen Hartlaubgebüsch treten auf frischeren Standorten reichlich Hartlaubarten des Querco-Lentiscetum auf, Quercus coccifera-Kalk-(Teucrium pseudochamaepitys) und Silikat-(Lavandula stoechas-)Ausbildung; auf flachgründigeren Stellen reichlich Nadelbäume (Pinus halepensis). Auf noch trockeneren Standorten Juniperus phoenicea, lokal reliktische Tetraclinis articulata. Diese offenen semiariden Buschwälder sind auf niederschlagsreicheren Silikatstandorten Degradationsstadien des Klimaxwaldes (Quercetum rotundifoliae), auf flachgründigen, felsigen Geländepartien Auflösungs-Dauergesellschaften des Klimaxwaldes, im extremen Trockengebiet eine natürliche Klimaxgesellschaft mit Steppenwald- bis Halbwüstencharakter, auf den bereits extrazonale Exklaven der noch trockeneren Schlußgesellschaft (Periplocetum) hinweisen; lokal Salsola webbii-Variante.

b) Gymnosporio senegalensis-Periplocetum laevigatae

Die natürliche xerophile Trockenbuschgesellschaft im trockensten Bereich Südostspaniens (100–300 mm N) mit 1–1,5(2,5) m Höhe stellt den Übergang von der semiariden Gebüschvegetation in die offene Halbwüste dar. Randlich treten noch Olea, Pistacia, Ephedra, Ficus carica (vermutlich natürlich), auch Juniperus phoenicea auf. Enge floristische Beziehungen bestehen zum sukkulentenreichen südwestmediterranen Dornbusch. Typische Arten: Launaea arborescens, L. acanthoclada, Aristida coerulescens, ferner Lycium intricatum, Withania frutescens; teilweise Ziziphetum loti. Am Cabo de Gata liegt mit 128 mm N der Trockenpol Europas.

c) Tamarix-africana-(gallica-)Gesellschaft

Während der langen Sommerdürre entsteht in Talstandorten durch kapillaren Grundwasser-Aufstieg Salzakkumulation in den oberen Bodenschichten.

3. Ballota-Steineichenwald (Quercetum rotundifoliae, Braun-Blanquet-Bolos 57, Rivas-Goday 59)

Quercus rotundifolia (ilex ssp. ballota) besitzt süße, bitterstofffreie Früchte, ein wichtiges Nahrungsmittel für die landwirtschaftliche Bevölkerung (Quercus ilex-Früchte nur Schweinefutter). Von Norden gegen Südostspanien (Freitag 77) zunehmend, baut Quercus rotundifolia mittel- bis hochmediterran auf allen mittleren Standorten die Klimaxvegetation auf, da das typische Quercetum ilicis als wüchsigster Waldtyp auf Nordhängen und Schluchten der mittleren Gebirgslagen beschränkt ist.

a) Paeonio peregrinae – Quercetum rotundifoliae (Braun-Blanquet-Bolos, 57, Rivas-Martinez 62)

Im Ebro-Becken, nicht in der Aragonischen Steppe, auf Schattseiten (500–700 m) mit mediterranen Arten. **CA:** Lonicera implexa, Rosa myriacantha. Verbands-CA.: Teucrium chamaedrys pinnatifidum, Arctostaphylos uva-ursi var. crassifolia, Viola scotophylla. Subassoziation mit

Rhamnus infectoria und Centaurea linifolia. Am Areal-Nordrand in Katalonien (BRAUN-BLANQUET-BOLOS 50) ist der Kontakt zum Stein-Flaumeichenwald noch ausgeprägter (Lonicera etrusca). Lokal Quercus lusitanica-faginea-Ausbildung im Westen; Astragalus clusii.

b) **Junipero thuriferae – Quercetum rotundifoliae** (Abb. 248)

Auf Kalk hochmediterran (1000–1200 m) mit Geum sylvaticum, Oryzopsis paradoxa, Pistacia terebinthus; überwiegend eine Degradierungs-Ausbildung (Ononido-Rosmarinetum). Das weniger standortsextreme Terebintho-Quercetum rotundifoliae (700–900 m) kennzeichnen außer Pistacia terebinthus Bupleurum rigidum, Silene melliflora, beigemischt Quercus lusitanica (valenti-

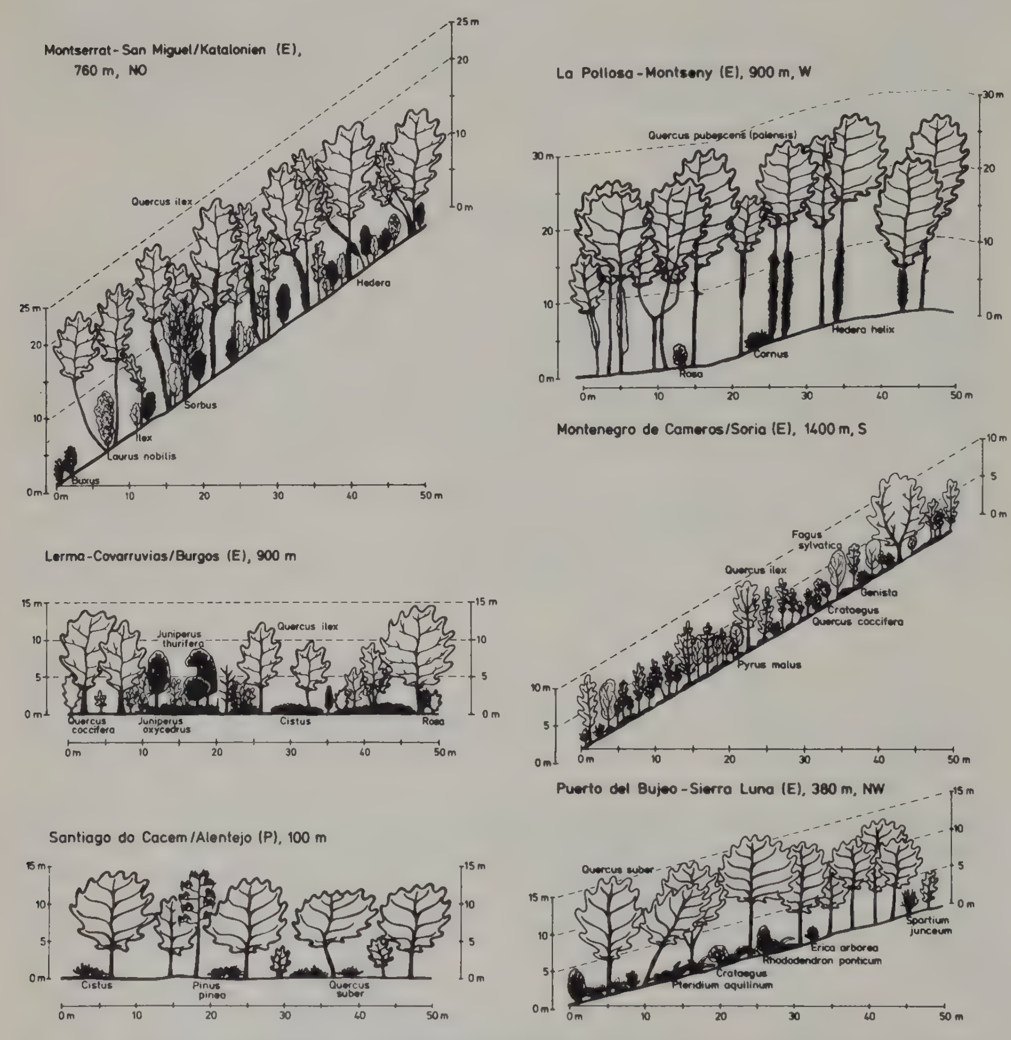


Abb. 248: Iberische Eichenwälder. Semiarider Korkeichenwald mit Pinus pinea und Cistus-Unterwuchs (Santiago). Hochmediterraner, semihumider Korkeichenwald mit reliktischem Rhododendron ponticum (Sierra Luna). Degradierter Quercus rotundifolia-(ilex-)Wald mit eindringendem Juniperus thurifera (Lerma). Südseitiger Quercus rotundifoliae-Niederwald im Kontakt zum Buchenwald (Soria). Quercus ilex-Steilhangbestockung am schluchtigen Arealrand-Standort (Montserrat); Flaumeichen-Hochwald (Quercus palensis, Montseny).

na), Acer monspessulanum, Quercus coccifera, Buxus sempervirens. Silikat-Ausbildung mit Sarothamnus scoparius, Cistus ladaniferus et laurifolius.

c) Silikat-Quercus rotundifolia-Wald (Rivas-Goday 59)

In der Betischen Kordillere (200–550 m) mittelmediterrane **Myrtus communis-Gesellschaft** mit Pyrus marianica, Phillyrea angustifolia, Pistacia lentiscus, ferner Chamaerops humilis, Arbutus unedo, auch Olea europaea. **Quercus suber-Gesellschaft** in der Sierra Morena (500–900 m) mit Arbutus unedo, Phillyrea angustifolia, Asparagus acutifolius, Pulicaria odora, Vincetoxicum nigrum, Pistacia terebinthus, Phillyrea media et latifolia. Südseitige Pistacia lentiscus- und schattseitige Quercus lusitanica-(faginea-)Ausbildung. Kolline Einheit mit Quercus lusitanica ssp. broteri, Pyrus communis var. mariana, Paeonia broteri, Scilla hispanica, Trifolium subterraneum. **Adenocarpo decorticantis-Quercetum rotundifoliae mit Quercus suber** (Rivas-Martinez 64).

d) Südostspanische Rubia peregrina-Ausbildung (Freitag 71)

Von 500–800 m im regenreichen Bergland, in trockenen Gebieten bis 1400 m steigend, bildet der Quercus rotundifolia-Wald einen bis 1000 m breiten Gürtel auf meridionaler Braunerde und kalkreichen, braunen Trockenwaldböden. Die 6–12 m hohe, geschlossene Baumschicht wird zentral nur von Quercus rotundifolia gebildet. In die meist gestörten Bestände dringen Juniperus oxycedrus, Cistus albidus und Rosmarinus ein, auf feinerdereichen Hängen auch Retama sphaerocarpa. **CA.:** Festuca scaberrima, Asplenium onopteris, Asparagus acutifolius, Lonicera implexa belegen die Nähe zum Quercetum ilicis. Mesophile Hochlagenausbildung mit Quercus valentina vermittelt zum Quercetum ilicis. Betische Gebietsassoziation mit Quercus pyrenaica im südlichen Almeria-Gebiet. Die xerophile Pistacia lentiscus-Untergesellschaft mit Pinus halepensis und Chamaerops humilis schließt an das Querco-Lentiscetum bei 400–800 m Höhe an; Oleo-Quercetum rotundifoliae mit Rhamnus lycioides ssp. oleoides, Arisarium vulgare, Lavandula dentata.

Phillyreo angustifoliae – Arbutetum unedis (Rivas-Goday 59), Degradierungsgesellschaft des Quercetum rotundifoliae mit Erica arborea, Cistus populifolius und Rosmarinus officinalis, in der Quercus suber-Variante mit Cistus ladaniferus.

4. Steineichenwald (Quercetum ilicis, Abb. 248)

In Katalonien (Bolos 57, 56) ist tief- bis hochmediterran (– 800 m) das **Viburno tini-Quercetum ilicis** (galloprovinciale) ähnlich wie in Südfrankreich ausgebildet. Für **Karbonat**-Bergstandorte (Montserrat) sind Viburnum lantana, Buxus sempervirens, Helleborus foetidus typisch. Auf schattseitigen **Silikat**-Bergstandorten des Küsten-Vorfeldes (Montserrat) katalanische Subassoziation mit Quercus lusitanica ssp. cerroides, Quercus pubescens ssp. palensis, Quercus lusitanica ssp. canariensis, Euphorbia amygdaloides, Sanicula europaea; ferner Pistacia- und Buxus-Ausbildung.

Auch das **Asplenio onopteris-Quercetum ilicis** bildet in Katalonien (Bolos 56, Rivas-Martinez 74), auch Ebro-Becken (Braun-Blanquet 52), in silikatischen Berglagen (Montserrat) eine Klimaxgesellschaft oberhalb des Viburno-Quercetum ilicis (Rubia peregrina, Lonicera etrusca). Auf Silikat mit Teucrium scorodonia, Luzula forsteri. In frischeren Mulden als Kontaktgesellschaft das Lithospermo-Ulmetum minoris (Bolos 56).

In Südost-Spanien (Freitag 71) ist am Areal-Südrand die extrazonale Gesellschaft (6–15 m) nur noch an schattseitigen und schluchtigen Hängen feuchterer Gebirgslagen (950–1400/1600 m) konkurrenzkräftig. Die mesophile Kraut- und Strauchvegetation des wüchsigsten Waldtyps Südost-Spaniens geht auf schattseitige Lage, nachhaltige Wasserführung und erhöhte Luftfeuchtigkeit zurück. Quercus rotundifolia und Quercus lusitanica (valentina) treten an Stelle der nord-

submediterranen Quercus pubescens. Restbestände der Quercus ilex-Gesellschaft sind durch Aufforstung (Pinus halepensis, pinaster, nigra) stark gestört. Spezifische Arten: Viburnum tinus, Lonicera implexa, Cephalanthera longifolia, Hedera helix.

Balearische Inseln (Bolos-Molinier 58, 69). Verarmt kommt das Viburno tini-Quercetum ilicis vor (300–1100 m). Trockenere Variante mit Olea europaea, Arisarium vulgare, Pistacia terebinthus, keine laubwerfenden Bäume. Endemisch: Rhamnus ludovici-salvatoris, Cyclamen balearicum. Das Quercetum cocciferae fehlt. Nur auf feuchteren Böden subhumider Standorte Relikte des Flaumeichenwaldes: Sorbus aria, Acer opalus ssp. granatense, Taxus baccata, Ilex aquifolium, Buxus balearica; fragmentarisch Populus alba, Ulmus minor.

5. Korkeichenwald (Sanguisorbo agrimonioidis – Quercetum suberis, Rivas-Martinez 76, Abb. 248)

Korkeiche ist auf oligotrophen Böden nur durch ein mächtigeres Wurzelsystem bei ihrem größeren Wasserverbrauch der Konkurrenz der (kälteresistenteren) Steineiche gewachsen (Breckle 66). Vom Korkeichenwald, der an ein relativ humides Klima mit höchstens 3 Monate sommerlicher Trockenheit gebunden ist, sind in Iberien durch größere Resistenz gegen anthropogenen Einfluß als im semiariden Gebiet noch flächige Hochwälder (210 000 ha, bis 1200 m) übriggeblieben. Die tiefmediterrane Gesellschaft der unteren Hügel- und Berglagen ist auf silikatisches Grundgestein (Granit, Gneis) mit mäßig sauren, humusreichen Böden beschränkt. Naturwaldbestände von mittlerer Wuchsleistung (10–15/20 m) bei oft 3–5 m Stammumfang sind stammzahlreich mit sperrigem Unterwuchs. Die Einheit (400–600 m) kennzeichnen: Satureja calamintha ssp. montana, Luzula forsteri, Viburnum tinus, Ruscus aculeatus, Rubia peregrina, Lonicera periclymenum ssp. hispanica.

Korkgewinnung: Die weitgehende Schonung der Korkeichenwälder geht auf die Korknutzung zurück. Auf mageren, steinigen Böden mit sehr langsamem Wachstum entsteht der beste Kork. Wüchsigere Standorte liefern schwammigen Kork. Der erstmals gewonnene Kork im Alter von 15–20 Jahren ist minderwertig. Nach 8–12 Jahren Wachstum und 4–5 cm Korkdichte wird in der Vegetationszeit der sogenannte weibliche Handelskork von 50–200 Stämmen je ha gewonnen. Jeder Baum kann bei 7–10maliger Schälung bis zu 1500/1800 kg Kork liefern. Die jährliche Korkproduktion der Mittelmeerländer betrug 1928 250 000 t, davon in Portugal und Spanien allein 168 000 t. Nach der Schälung sind die Bäume feuergefährdeter und auch gegen Trocknis weniger widerstandsfähig. Korkeiche liefert außerdem ausgezeichnete Holzkohle.

6. Kermeseichenwald (Rhamno lycioides-Quercetum cocciferae, Braun-Blanquet-Bolos 57, Rivas-Martinez 75)

Das südfranzösische Quercetum cocciferae mit der Calluna-, Rosmarinus- und Bupleurum fruticescens-Untereinheit ist noch typisch in Mittelkatalonien entwickelt (Bolos 56). Im Ebro-Becken wird es vom Rhamno-Cocciferetum, einer überwiegenden Degradationsgesellschaft abgelöst. **CA.:** Juniperus phoenicea, Ephedra major (nebrodensis), Pinus halepensis, Asparagus acutifolius, Juniperus oxycedrus; Ausbildungen mit Quercus coccifera (Mergel, 400–700 m, Quercus rotundifolia), Carex humilis (500–700 m), Pistacia lentiscus (tiefere, kältegeschützte Lagen, 200–300 m), Juniperus thurifera (300–400 m, stark degradierte parkartige Bestände, 3–8 m, –1 m ∅), Argyrolobium argenteum und Thalictrum tuberosum (Degradationsstadium des Quercetum rotundifoliae).

Silikat-Ausbildung in der Sierra Morena (450–650 m, Rivas-Goday 59) mit Quercus suber, Vincetoxicum nigrum, Phillyrea angustifolia, Lavandula stoechas, Pistacia terebinthus. Lokal-Ausbildung in Aragonien mit Teucrium aragonense (matritense), T. gnaphaloides.

Südostspanien (FREITAG 71). Im Raum Almeria-Cartagena besiedelt der Kermeseichenwald im Quercetum ilicis-Areal in kühlfeuchteren, niederschlagsreichen Lagen (600–900 m) feinerdearme, weitgehend stabilisierte Hartkalk-Schutthalden als typische **Pioniergesellschaft.** Hartlaub-Degradationsbestände sind selten. Die 1 m hohe Strauchschicht, reich an Arten und Lianen, ähnelt französischen Beständen. **CA.**: Lonicera implexa, Arbutus unedo, Pistacia terebinthus. Lokal: Quercus rotundifolia, Juniperus phoenicea. Das **Rhamno-Cocciferetum** ist an höhere, winterkältere und trockenere Lagen bis zur Mancha gebunden. In dem 0,5–1,5 m hohen Hartlaubbusch dominieren Quercus coccifera und Pistacia lentiscus. Pinus halepensis und Juniperus oxycedrus bilden einen lockeren Schirm. Kennzeichnend: Cistus monspeliensis, relativ viele Quercion ilicis-Arten.

Atlantische Melica minuta-Ausbildung in Mittel-Portugal (BRAUN-BLANQUET 56) auf Kalk mit Antirrhinum linkianum, Lonicera implexa, ferner Rhamnus alaternus, Arisarium vulgare, Pistacia lentiscus-, Juniperus phoenicea- und Ulex densus-Ausbildung.

7. Subhumides Rusco hypophylli-Quercetum (rotundifoliae ssp. canariensis)

Im niederschlagsreichen Quercus suber-Areal nimmt die Silikat-Einheit ebene bis muldige, frische Standorte (Algeciras-Huelva) ein. **CA.**: Quercus suber, Laurus nobilis, Smilax aspera, Hedera helix ssp. canariensis, Celtis australis, Rhododendron baeticum; ferner Scrophularia scorodonia, Cephalanthera baetica, Aristolochia baetica, Lavandula stoechas, Adenocarpus grandiflorus.

8. Auwälder (BRAUN-BLANQUET-BOLOS 57)

a) Tamaricetum gallici

Primäre, 2–4 m hohe Baumstrauch-Auwaldgesellschaft im Ebro-Becken (400–500 m); Tamarix africana, Glycyrrhiza glabra, Erianthus ravennae, Halophile (Althaea officinalis, Juncus maritimus).

b) Salicetum fragilis (ssp. neotrichae)

2–3 m hohe Saumgesellschaft des Populetum albae mit Salix triandra, S. alba, Populus nigra, Tamarix gallicum, Atriplex hastatum.

c) Rubo ulmifolii-Populetum albae

Im Ebro-Becken 20–25 m hohe Bestände (meist 10–15 m Niederwald) auf höherem Ufer mit Populus nigra, Ulmus minor, Fraxinus parvifolia; lokal Celtis australis, Quercus lusitanica ssp. broteri. Ferner Vitis vinifera, Torilis arvensis, Rubia tinctoria, feuchte Salix triandra- und tiefere Nerium oleander-Ausbildung.

d) Subatlantischer Schwarzerlen-Fluß-Auwald
(Scrophulario herminii – Alnetum glutinosae)

In Mittel-Portugal (0–1000 m) 20–25 m hohe Bestände mit Salix atrocinerea, Fraxinus angustifolia, Hypericum undulatum, Osmunda regalis, Humulus lupulus, Stellaria holostea, Dryopteris filix-mas (Osmundo-Alnetum, BRAUN-BLANQUET-SILVA-ROZEIRA 56).

9. Nadelwälder

a) **Aleppo-Kiefernwald** (Pinetum halepensis)

Südostspanien bis 1000 m (Freitag 71), Pinus halepensis fehlt natürlich in Portugal; semiaride Vorkommen in Südspanien, semihumide in Katalonien.

b) **Sternkiefernwald** (Pinetum pinastris)

Meist als Variante anderer Gesellschaften (Sierra do Gredos, Sierra Nevada) vorkommend.

c) **Buxo-Juniperetum phoeniceae** (Rivas-Martinez 69, Bolos 62)

Im Quercetum ilicis-Areal tritt auf Sonn- und Schattseiten das Buchs-Wacholdergebüsch als hochmediterrane Dauergesellschaft (600–1100 m) um Barcelona (Montserrat) auf flachgeneigten, sonnseitigen Rücken und Rippen mit Tangelhumus-Rendzinen auf. **CA.:** Juniperus phoenicea, Buxus sempervirens, Amelanchier ovalis, häufiger noch Juniperus oxycedrus, Bupleurum fruticosum et fruticescens, Rosmarinus officinalis, Cistus albidus, Juniperus communis ssp. hemisphaerica. Die pionierhafte Dauergesellschaft hat Ähnlichkeit mit dem Degradationsstadium des Klimaxwaldes.

d) **Rhamno oleoidi-Juniperetum phoeniceae** (Rivas-Martinez 75, Freitag 71)

Im Dünengürtel bei Almeria stocken 2,5–3 m hohe, inselartige Pioniergebüsche, oft weitgehend eingesandet. Es dominieren Sandpflanzen der litoralen Dünenvegetation: Vulpia membranacea, Koeleria phleoides, Urtica dubia, Scleropoa hemipota, Loefflingia hispanica.

II. Submediterrane Flaumeichenwaldstufe

1. Östliches subkontinentales Quercion (lusitanicae ssp.) valentinae
(Qu. pubescenti-petraeae)

Quercus pubescens wird subatlantisch von Qu. pyrenaica abgelöst und ersetzt gegen Süden die lusitanische (portugiesische) Eiche; Quercus lusitanica (valentina-faginea-canariensis). Bei der vielgestaltigen Übergangsart zu immergrünen Eichen werden überwinternde Blätter erst bei Blattentfaltung abgestoßen. Die typische Zwischenart Quercus ilex-pubescens hat im Nahen Osten Verwandte wie Quercus boissieri oder cypria. Quercus lusitanica tritt in Portugal, Spanien (–1200 m) und NW-Afrika (–2000 m) auf, fehlt in Italien. Auf der spanischen Meseta ist sie eine wichtige Waldbildnerin. Vielfältige Untergliederung des Quercion valentinae (Rivas-Goday 56) mit den Charakterarten: Acer granatense, Dictamnus hispanicus, Saponaria ocymoides, Bupleurum rigidum, Paeonia peregrina, Aster aragonensis.

a) **Typischer Karbonat-Quercus valentina-(lusitanica-)Wald**
(Violo wilkommii-Quercetum lusitanicae, Bolos 58, Tüxen-Oberdorfer 58)

Über dem Quercetum ilicis werden in küstenferneren Berglagen (500–1000 m) nordseitige Dauergesellschaften (Ebro-Salsona), in Katalonien und in den Tarragonischen Gebirgen (Lerida) Klimaxgesellschaften auf Kalkstandorten aufgebaut. **B.:** Quercus lusitanica, Qu. pyrenaica, Qu.

ilex ssp. rotundifolia (lokal), Acer opalus ssp. granatensis; Quercus coccifera, Sorbus torminalis et domestica, Pinus clusiana ssp. salzmanni (var. pyrenaica), Quercus pubescens ssp. palensis. **S.:** Lonicera periclymenum, Rosa spinosissima ssp. myriacantha, Amelanchier ovalis, Buxus sempervirens, Colutea arborescens. **K.:** Tanacetum corymbosum, Lonicera etrusca, Daphne laureola, Primula veris var. suaveolens, Rubia peregrina, Carex hallerana, Teucrium chamaedrys ssp. pinnatifidium, Cytisus sessifolius, Erica vaginans, Geum sylvaticum. In Degradierungsphasen (Macizo ibérico) des Niederwaldes dominieren als Pioniere Buxus sempervirens und Quercus ilex bei extremerem Freiflächenklima (TÜXEN-OBERDORFER 58).

Auch Karbonat-Pinus nigra-Ausbildung mit Ononis aragonensis, Genista hispanica und Xerophile (Juniperus thurifera, Bupleurum verticillatum, RIVAS-GODAY 56).

b) Mesophiler Quercus pubescens-Qu. valentina-Wald
(Buxo-Quercetum lusitanicae-valentinae)

Die typische Übergangsgesellschaft besitzt nur noch im Süden mediterrane Arten (Quercus ilex). Auf bodensauren Standorten dringt Quercus pyrenaica ein. Schwach subatlantische Gebiete sind an mediterranen Arten verarmt; Quercus robur. Der Kontakt zum Buxus sempervirens- und Viburnum lantana-Flaumeichen-Eichenwald zeigt den Übergangsstandort an. Die großflächig degradierten Niederwaldbestände sind meist stark beweidet (TÜXEN-OBERDORFER 58). **B.:** Quercus lusitanica ssp. valentina, Quercus pubescens, Acer monspessulanum. **S.:** Buxus sempervirens, Viburnum lantana, Prunus spinosa, Lonicera xylosteum; ferner: Genista hispanica, Tamus communis, Hedera helix. **K.:** Rubia peregrina, Thrincia tuberosa, Dactylis hispanica, Prunella laciniata, Teucrium pyrenaicum, Catananche coerulea, Helleborus viridis, Geum sylvaticum, Lathyrus sylvestris, Primula acaulis, Lithospermum purpurocaeruleum, Linium catharticum, Iris graminea, Adonis vernalis; lokal Quercetum petraeae catalaunicum.

Silikat-Ausbildung: Subkontinentale (Lupinus hispanicus, Digitalis purpurea var. tomentosus) und subatlantische Rasse (Quercus suber var. canariensis). RIVAS-GODAY (56) weist auf eine reliktische Rhododendron ponticum- ssp. baeticum-Variante mit Laurus nobilis im Südwesten (Algeciras) hin.

c) Thermophiler Quercus ilex-Qu. lusitanica-Wald

In Mittelspanien (TÜXEN-OBERDORFER 58) und in Aragonien (SAPPA 56; 600–1100/1300 m; 800–1100 mm N) tritt in degradierten Niederwaldresten noch Quercus ilex (6–7 m) auf. **B.:** Quercus lusitanica et coccifera, Pinus halepensis, Acer monspessulanum, Pinus nigra; teilweise Buxus sempervirens. **S.:** Juniperus oxycedrus, Genista scorpius, Rhamnus infectoria, Rosa spinosissima, Viburnum lantana. **Zwergsträucher:** Thymelaea tinctoria, Dorycnium suffruticosum, Bupleurum rigidum, Thymus vulgaris, Euphorbia nicaeensis, Genista hispanica, Linum salsoloides, Lavandula latifolia. **CA.:** Geranium sanguineum, Hypericum montanum, Viola hirta, Primula veris ssp. columnae. **Laubwald-Arten:** Melica uniflora, Cephalanthera rubra. Auch Quercion ilicis-Elemente: Asplenium adiantum-nigrum, Ruscus aculeatus, Rubia peregrina, ferner Brachypodium phoenicoides, Teucrium polium ssp. aragonense, Aphyllanthes monspeliensis, Carex humilis, Asperula aristata. Ähnlich die katalonische Quercus lusitanica-Subassoziation des Buxo-Quercetum.

d) Sonstige Quercus lusitanica-Gesellschaften

Dictamnus hispanicus-Arctostaphylos uva-ursi ssp. crassifolia-Gesellschaft; 850–1050 m; Juniperus communis, oxycedrus et thurifera; Seseli montanum, Digitalis obscura. **Fraxinus ornus-**(Orno-Quercetum-)**Einheit:** 800–1100 m; Festuca capillifolia, Genista patens, Lathyrus elegans, Amelanchier ovalis. Hochmediterrane **Bupleurum gibraltaricum-Einheit:** Auf Kalk B. fruticosum, B. rigidum, Viburnum tinus, Ulmus glabra. **Pistacia terebinthus-Einheit** mit Teucrium fruticans,

Paeonia broteri, Quercus lusitanica ssp. broteri, Phillyrea media, Lonicera implexa. **Mesophile Corylus avellana-Ausbildung** mit Viburnum lantana, Stellaria holostea, Saxifraga granulata, Silene nutans, Aquilegia vulgaris-Subassoziation. **Binnenländisches Quercetum valentinae** mit Cephalanthera alba-Gesellschaft (Teucrium botrys, Arabis auriculata) und Silene-Einheit (S. legionensis, otites et melliflora, Rosa myriacantha).

2. Subatlantisches Quercion (rotundifoliae ssp.) fagineae

(Rivas-Goday 59)

Das Quercetum fagineae ersetzt mediterran-atlantisch sowohl das Quercetum ilicis-rotundifoliae als auch das hochmediterrane Quercetum valentinae. Gemeinsame Quercetalia ilicis-Arten: Quercus rotundifolia, Qu. suber, Qu. coccifera, Phillyrea media, Arbutus unedo, Viburnum tinus, Ruscus aculeatus. Arisario vulgaris-Quercetum fagineae auf Kalk und Basalt (20–200/400 m) in Mittel-Portugal (Braun-Blanquet et al. 56): Epipactis helleborine, Smilax aspera, Hedera helix ssp. canariensis, Centaurea sempervirens; ferner Rubia peregrina, Lonicera etrusca. Sommer- und immergrüne Übergangseinheit. Untergesellschaften mit Vinca difformis, Phillyrea media, Erica arborea. Vielfach degradiert zum Cocciferetum und in Pinus pinaster-Bestände umgewandelt.

3. Filzeichenwald (Quercion pyrenaicae, Rivas-Martinez 75)

Quercus pyrenaica-Wälder gehören überwiegend zum azidophilen, atlantischen Quercion roboris-Verband. Mittelspanische Bestände (Macizo ibérico) besitzen eine Übergangsstellung durch submediterranen Charakter (Quercion pubescenti-petraeae) und schon subatlantischen Einfluß; Sierra de Prades bei Tarragona, Moncayo, Sierra de Albarracin-Teruel und Bragança in Mittelportugal, auch Südwestfrankreich. Die Quercus pyrenaica-Klimaxgesellschaft nimmt mit großer soziologisch-ökologischer Anpassungsfähigkeit Standorte zwischen Quercion robori- und Quercion pubescenti-Gesellschaften ein.

a) Quercus lusitanica-(ssp. broteri-)Quercus pyrenaica-Mischwald

(Rivas-Goday 59)

700–950 m. **CA.**: Genista tournefortii, Acer monspessulanum, Bupleurum gibraltaricum, Cistus linifolius, ferner Doronicum plantagineum, Saxifraga glaucescens, Lonicera periclymenum ssp. hispanica, Paeonia broteri, Arbutus unedo; Aquilegia dichroa-Untergesellschaft.

b) Pulmonario longifoliae-Quercetum pyrenaicae

(Fraxino-Carpinion, Tüxen-berdorfer 58)

Im Macizo ibérico (Longroña-Soria, 850–1100 m) auf Kreidesandstein ausgedehnte, selten geschlossene, 10–14 m hohe Eichen-Niederwälder, über 900 m mit Fagus sylvatica gemischt; von Genista florida-Heiden überlagert. **S.**: Erica arborea, Lonicera periclymenum, Frangula alnus. **CA.**: Potentilla sterilis, Stellaria holostea, Dactylis aschersoniana. Fagetalia-Arten: Sanicula europaea, Arum maculatum, Melica uniflora. Quercion robori-Arten: Teucrium scorodonia, Luzula forsteri, Dicranum scoparium, Hypnum cupressifolium.

c) Atlantische Holcus mollis-Einheit (Braun-Blanquet et al. 56)

In Mittel-Portugal (Gerês, 500–1500 m) auf Silikat; Erythronium dens-canis, Poa nemoralis, Pyrus communis, Anemone trifolia ssp. albida, Physospermum aquilegifolium, Omphalodes

nitida. Säurezeiger: Holcus mollis, Teucrium scrorodonia, Lonicera periclymenum; Betula pubescens-Variante. Zusammen mit dem Luzulo- und Leuzeo-Quercetum pyrenaicae (Tüxen-Oberdorfer 58, Rivas-Goday 56) ist die Gruppe dem atlantischen Westen zuzurechnen. Darüber (1500–2000 m) Erica aragonensis-Juniperetum nanae.

d) Blechno-Quercetum pyrenaicae (Tüxen-Oberdorfer 58)

Die subatlantische, schwach azidophile Gesellschaft (Carici-Fraxinetum cantabricum nahestehend) in der Sierra Morena kennzeichnet eine Grenzlage. Bodensaure Arten: Blechnum spicant, Pteridium aquilinum, Lonicera periclymenum, Teucrium scorodonia; Fagetalia-Arten: Dryopteris palacea, Circaea lutetiana, Sanicula europaea, Fraxinus parvifolia, Quercion pubescentis-Arten: Sorbus torminalis, Chrysanthemum corymbosum.

Über dem Asplenio-Quercetum ilicis kommt bei Valencia ein Cephalanthero-Quercetum pyrenaicae vor. Auch Fraxino-Queretum pyrenaicae in der Sierra de Guadarrama.

4. Iberischer Stieleichenwald (Quercion robori-petraeae occidentale, Rivas-Martinez 75)

Hauptverbreitung im atlantischen Westen. Randlich und inselartige Vorkommen sind typisch in Nordkatalonien.

Submediterranes Rusco aculeati-Quercetum roboris in Mittel-Portugal (50–600 m, Braun-Blanquet et al. 56). Stieleichenbestände (10–25 m) mit Qu. pyrenaica, Prunus lusitanica; **CA.:** Physospermum aquilegifolium, Genista falcata, Omphalodes nitida, Ilex aquifolium; ferner Castanea sativa, Teucrium scorodonia, Lonicera periclymenum, Hedera helix ssp. canariensis; sekundär Pinus pinaster. Thermophile Viburnum tinus- Subassoz., Blechnum spicant-Ausbildung mit Stieleiche (Ulex minor ssp. onopteris); Rhododendron ponticum ssp. baeticum-Ausbildung (Tertiär-Relikt), 400–900 m, mit Erica arborea, Pteridium aquilinum, Tamus communis, reiche Moosflora: Polytrichum formosum, Hypnum cupressiformae. Lokal Viburno-Prunetum lusitanicae. Das Myrtillo-Quercetum roboris (800–1000 m) in Galicien ist atlantisch-westeuropäisch, ebenso Carici depressae-Quercetum roboris im Kontakt mit Quercion ilicis.

5. Fraxinus angustifolia-Ulmus minor-Auwald (Katalonien)

An Bächen mit frischen bis feuchten Böden (Moosschicht), stark beweidet und bis auf Rudimente gerodet. Paeonia broteri-Prunus spinosa-Bachrandgebüsche in der Sierra Morena (750 m).

6. Daphno latifoliae-Aceretum granatensis (Rivas-Martinez 64, Ern 72)

In der Sierra Nevada ist dieser sommergrüne Höhenwald artenreich zusammengesetzt: Prunus avium, Sorbus aria, Pyrus malus, Taxus baccata, Sorbus aucuparia, Ilex aquifolium, Rhamnus frangula.

7. Iberischer Schwarzkiefernwald (Pinetum nigrae ssp. clusianae, Abb. 249)

Von den Pyrenäen abgesehen (ssp. salzmani) ist Schwarzkiefer in Ostspanien noch weiter verbreitet (z.B. Montes Universales mit Amelanchier ovalis) bis zur Betischen Kordillere.

8. Submediterranes Juniperetum hemisphaerico-thuriferae
(Rivas-Martinez 69, Abb. 249)

Juniperus thurifera kommt, von Nordwestafrika (var. africana) und südwestalpinen Relikten (var. gallica) abgesehen, in Spanien auf Kalkböden vor. Im Ebro-Becken von Lerida bis Burgos und am Pyrenäen-Südabfall (Gerona bis Segura, 1100–1600 m) stocken großflächig auf Terra fusca-

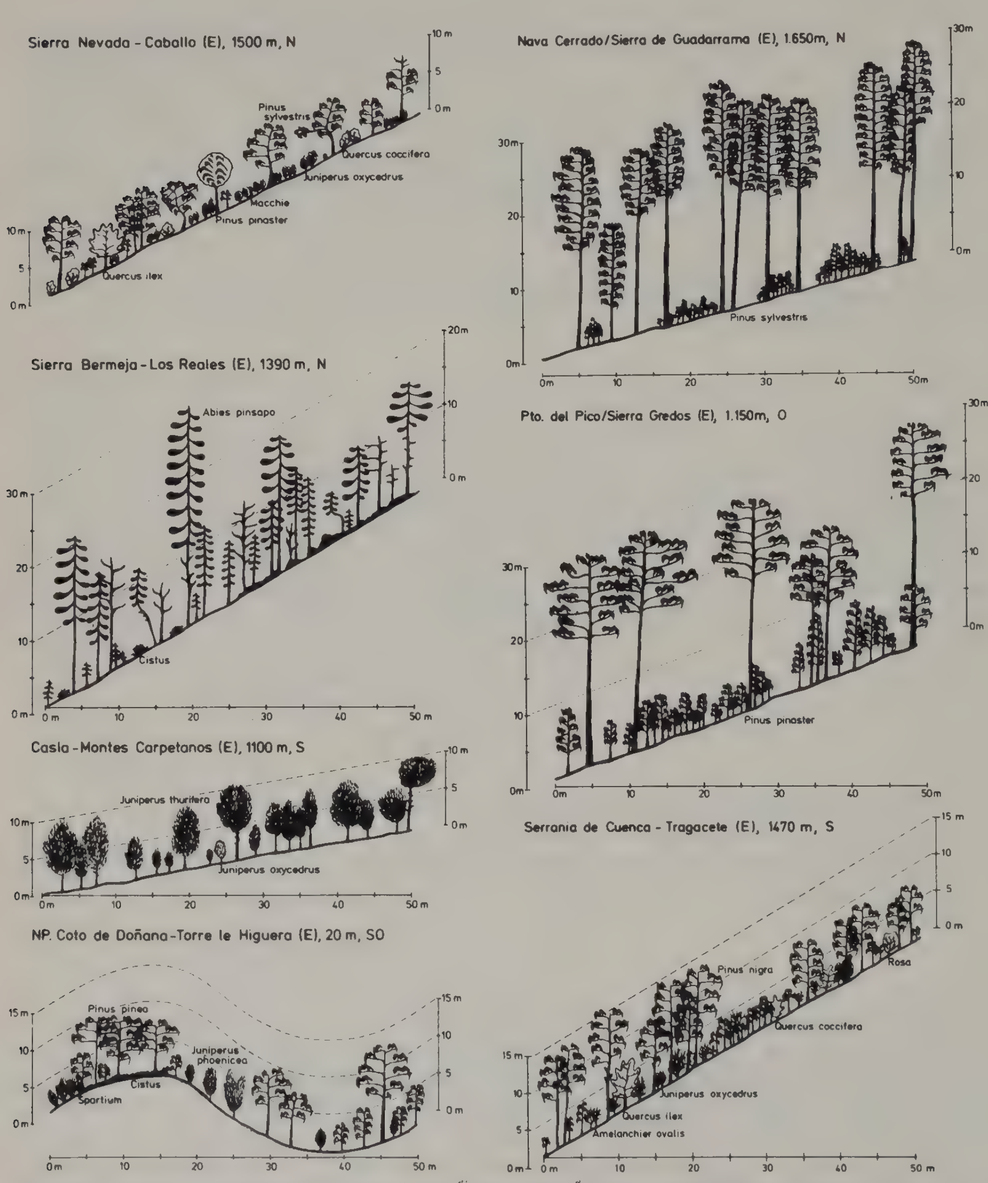


Abb. 249: Iberische Nadelwälder. Lockerer Juniperus phoenicea-Pinus pinea-Wald im Dünengebiet der Coto de Doñana. Wüchsiger, sekundärer Juniperus thurifera-Parkwald auf Quercus rotundifolia-Standort (Casla, Ebro-Becken). Submediterraner Pinus pinaster Wald in der Sierra Gredos. Submediterraner Schwarzkiefernwald (clusiana, hispanica) mit Amelanchier ovalis (Cuenca). Mediterran-montane, wüchsige Waldkiefernbestände in der Sierra de Guadarrama. Waldkiefern-Reliktvorkommen mit Quercus ilex (rotundifolia) und Pinus pinaster in der Sierra Nevada. Reliktischer Cistus-Abies pinsapo-Wald auf Serpentin in der Sierra Bermeja.

rossa zwischen dem hochmediterranen Quercetum ilicis (fagineae) und dem montanen Junipero sabinae-Pinetum sylvestris lockere Juniperus thurifera-Bestände (bis 20 m) mit Juniperus communis ssp. hemisphaerica (strauchige Ausbildung) und sabina (5–12 m, bis 130 cm ∅). Kennzeichnend: Festuca rubra var. trichophylla var. setacea, Berberis hispanica, sporadisch Pinus sylvestris-nigra-pinaster. Randlich Quercus faginea (Brachypodium phoenicoides) und Quercus rotundifolia (Carex hallerana) eindringend. Arctostaphylos uva-ursi ssp. crassifolia-Variante (Cistus laurifolius). Von den kleinflächigen, steilen und flachgründigeren Reliktstandorten aus hat sich Juniperus thurifera nach Rodung, Weide und Brand weit an degradierten Quercus-Standorten ausgedehnt.

III. Mediterran-montane Bergwaldstufe

Auf der iberischen Halbinsel fehlen, von den Pyrenäen abgesehen, durch die flächige Ausdehnung der hoch- und submediterranen Stufe in den größeren Gebirgen (Sierra de Gredos y Guadarrama, Serrania de Cuenca, Sierra Nevada) typische montane Waldgesellschaften, da submediterrane Arten (Pinus nigra et sylvestris, Quercus pyrenaica et faginea) bis zur Waldgrenze vordringen. Postglazial dürften in den meisten Gebirgen in einer Wärmeperiode die meisten hinsichtlich Feuchtigkeit anspruchsvolleren montanen Bergwälder ausgefallen sein (Welten 56). Einzelne disjunkte Buchenwaldrelikte weitab vom kantabrischen und Pyrenäen-Areal weisen darauf hin (Cuatrecasas 32); Tierra de Cameros (Macizo ibérico), Sierra Montenegrello (Ebro), Sierra de Guadarrama, Peñas do Gerêz (P) und am südlichsten Sierra de Gredos.

1. Igeltannen-Wald (Paeonio broteri-Abietetum pinsapis, Abb. 249, 273)

Edmont Boissier hat 1837 die endemische Igel-Tanne entdeckt, sein Enkel Barbey (31) diese beschrieben. In der südspanischen Serrania de Ronda (nördlich von Gibraltar) befinden sich noch drei meist auf Nordwestexposition beschränkte Teilareale (1327 ha): Sierra de las Nieves (1000–1600/1800 m), Sierra del Pinar (1200–1600 m), Sierra Bermeja (1000–1400 m) mit 50 ha Restbeständen (Mayer 62). Noch in historischer Zeit Arealverluste durch Brand, Holznutzung, Beweidung und Holzkohlenbrennerei. Vor 100 Jahren waren noch fünf weitere Teilareale bekannt (z. B. Sierra Blanquilla, Prieta de Alcaparain). Das Tannenareal ist mit 1000–2500 mm N doppelt so niederschlagsreich wie die tannenfreie Sierra Nevada. Das konstante sommerliche Wolkenwaldklima bringt vielfach Gewitter mit sich; im Winter reichlich Schnee.

Der typische, reine, mittelwüchsige Tannenwald auf Kalk- und Trias-Dolomit mit locker geschlossenen flechtigen Beständen (Usnea, Physcia) ist naturnah plenterartig aufgebaut (200–400 fm). Wenige Sträucher: Acer monspessulanum (granatense), Sorbus aria, Berberis hispanica. K.: (Rivas-Goday 56): Daphne laureola var. latifolia, Helleborus foetidus, Paeonia coriacea ssp. broteri, Saxifraga glaucescens, Cerastium boissieri, Cephalanthera longifolia; wenig Moose: Brachythecium rutabulum, Ctenidium molluscum. Felsige Farn-Ausbildung (Asplenium ceterach, A. trichomanes, Cystopteris filix-fragilis, Tortella tortuosa, Neckera crispa, Ononis aragonensis, Saxifraga globulifera-granatensis mit mittelwüchsiger, zedernähnlicher Tanne (15–20 m). Hygrophile krautreiche Ausbildung (Hedera helix-canariensis-Girlanden), Milium paradoxum, Ficaria grandiflora, Quercus lusitanica-faginea mit wüchsigen, geschlossenen Beständen. Tiefmontan (1200–1400 m) im Kontakt zum Eichenwald kommen auf grasreichen «Almstandorten» (Getreidefelder) mit tiefgründigen Kalkstein-Braunlehmböden die wüchsigsten Tannenbestände (25–32 m, 100–150 cm ∅) vor. Untere Grenzvorkommen des Pinsapo-Waldes mit Quercus faginea ssp. alpestris-Gesellschaft (Sierra del Pinar), – reichlich Sträuchern (Acer granatense; Primula veris var. suaveolens, Osyris alba, Mercurialis tenuta (Rivas-Goday-Rivas-Martinez 63); geringwüchsige Pinus halepensis-Variante (Sierra de las Nieves) an West- und Südseiten und degradiert mit dorniger Halbstrauchvegetation (Erinacea punges, Bupleurum spinosum, Ulex baeticus, Astragalus boissieri). Pinus pinaster-Variante (Sierra Bermeja) auf

Serpentin-Peridotit mit Quercus suber, Castanea sativa, Phillyrea media, Cistus-Arten, Erica arborea.

Seit dem Weideverbot um 1900, nach der Naturschutzerklärung 1930 überwacht (Capra pyrenaica var. hispanica), hat sich großflächig dichte Tannen-Verjüngung (bis 50000 Individuen/ha) eingestellt, so daß keine unmittelbare Gefahr für die Tanne besteht, vom Sierra Bermeja-Reliktstandort abgesehen.

2. Mittel- und südspanischer Waldkiefernwald (Cytiso purgantis-Pinion, Rivas-Martinez 69)

a) Cytiso purgantis-Pinetum sylvestris

Nur auf den höchsten, relativ niederschlagsreichsten Gebirgsstöcken hat sich mehr oder minder reliktische Waldkiefer erhalten; pollenanalytischer Nachweis der Natürlichkeit durch Welten (56). In der Sierra de Guadarrama besteht eine mächtige, anthropogen ausgeweitete Kiefernwaldstufe (1400–2000 m), die submediterran potentielle Eichenstandorte einnimmt. In Tieflagen kennzeichnen auf Granitböden Pteridium aquilinum, Melampyrum pratense, Avenella flexuosa, in Hochlagen Senecio tournefortii; auch Pinus pinaster-Ausbildung.

Degradierungsstadien des Cytiso-Pinion: Junipero-Cytisetum purgantis mit Juniperus nana, Genista florida und Pinus sylvestris-Wiederbewaldungsstadien. Cytiso-Genistetum bernadesii et cinerascentis (Rivas-Martinez 63). Vaccinio-Juniperetum und Junipero-Genistetum baeticae (Rivas-Martinez 68, Quézel 53).

b) Pinus sylvestris ssp. nevadensis-Reliktwald
(Daphno oleoidi-Pinetum sylvestris, Abb. 249)

In der Sierra Nevada sind von 1400–2000 m Reste ausgedehnter Bergwälder verbreitet. Die lockerstehenden Reliktbestände (6–8/10 m) von geringer Stärkeentwicklung (20–40 cm ∅) sind durch Brand, Weide, Astnutzung meist verstümmelt und rückgängig in der Vitalität. Verjüngung fehlt oder ist spärlich. Unterwuchs gemischt, auch mitteleuropäische Arten: Juniperus communis (hemisphaerica) et sabina, Arctostaphylos uva-ursi, Ononis aragonensis, Erinacea pungens, Vella spinosa, Berberis hispanica, reliktisch Betula cf. fontqueri (vgl. Rif-Atlas, Ern 68). Endemisch: Prunus rambure, Digitalis nevadensis, ferner Paeonia coriacea var. maroccana, Senecio tournefortii, Genista lobelii ssp. baetica, Adenocarpus decorticans. Reutera gracilis. Schutz dieser Reste an der südlichsten Arealgrenze ist notwendig.

D. Ostmediterranes Hartlaubwaldgebiet (Abb. 250)

I. Mediterrane Hartlaubwaldstufe

Untergliederung der immergrünen Hartlaubwaldregion. In Griechenland (Barbéro-Quézel 76) kennzeichnen die eu-mediterrane Oleo-Ceratonion-Stufe und die hochmediterrane Quercion ilicis-Stufe **Oleo-Ceratonion-Verbandscharakterarten:** Pistacia lentiscus, Olea europaea var. oleaster, Myrtus communis, Ceratonia siliqua, Rhamnus oleoides, Euphorbia dendroides, Rubia olivieri, Rubia tinctoria, Asparagus aphyllus, Ephedra campylopoda, Phagnalon rupestre, Prasium majus, Oryzopsis coerulescens, O. miliacea. **Quercion ilicis-Verbandscharakterarten:** Quercus ilex, Qu. brachyphylla, Ruscus aculeatus, Asplenium onopteris, Carex distachya, Carex illegitima, Asparagus acutifolius, Euphorbia characias, Teucrium flavum, Smilax aspera, Cercis siliquastrum.

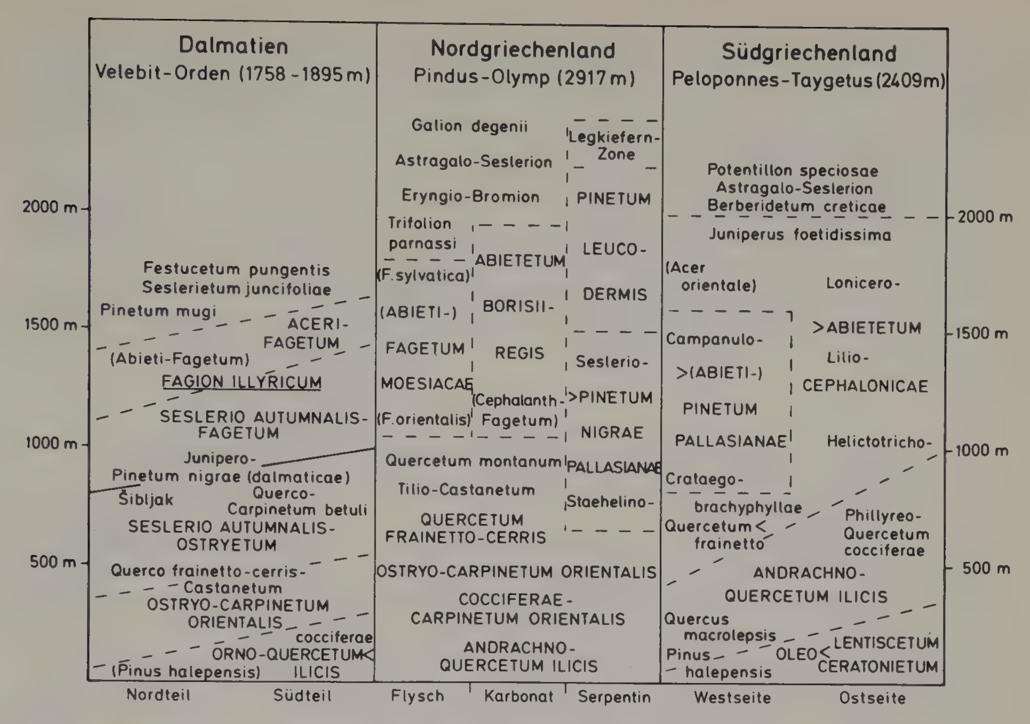


Abb. 250: Ostmediterrane, adriatische und ägäische Höhenprofile (Dafis 75, Rothmaler 43, Barbéro-Bonin-Gamisans-Quézel 76, Barbéro-Quézel 76, Horvatić 63, Dafis-Jahn 75). **Dalmatien:** In Norddalmatien klingt die mediterrane Hartlaubwaldzone aus, nur die submediterrane Laubmischwaldstufe typisch entwickelt. Der überlagernde Buchenwald gehört schon zum Fagion illyricum. **Pindus-Olymp:** In Nordgriechenland ist nur die hochmediterrane Hartlaubwaldstufe entwickelt. Die montane Bewaldung ist edaphisch stark differenziert. Auf Flysch dominiert der Buchenwald mit labiler Tannenbeimischung, auf Kalk der Tannenwald. Extreme Serpentinstandorte besiedelt tiefmontan Pinus pallasiana, in Hochlagen Pinus leucodermis. **Peloponnes:** Von der feuchteren Westseite zur arideren Ostseit weitet sich die mediterrane Stufe stark aus. Uniform herrscht montan auf Kalk der griechische Tannenwald, auf Flysch die Schwarzkiefer.

1. Ägäischer Ölbaum-Pistazien-Hartlaubwald

(Oleo-Ceratonion, Oleo-Lentiscetum aegeicum)

Schmale Höhenstufe in Südgriechenland und Südpeloponnes bis 350 m, Euböa bis 120 m (Südexposition bis 300 m). Von Süden nach Norden erfolgt eine so rasche Arealreduktion, daß die Gesellschaft in Nordgriechenland und Dalmatien bereits fehlt.

Artengefüge (Krause-Ludwig-Seidel 63; Erica arborea-Arbutus unedo-Gesellschaft). Johannisbrotbaum (Ceratonia siliqua) und Ölbaum (Olea europaea ssp. oleaster var. sylvestris) sind die charakteristischen Bäume. Lokale Kennarten: Pistacia lentiscus, Euphorbia dendroides, Oryzopsis coerulescens, Asparagus aphyllus, Rhamnus oleoides, Phagnalon rupestre, Calycotome villosa, Salvia triloba, Alyssum saxatile ssp. orientale, Prasium majus. Enge Verwandtschaft mit anderen Hartlaubwäldern; Quercus coccifera, Myrtus communis, Rhamnus alaternus, Phillyrea latifolia, Smilax aspera, Ruscus aculeatus, Pistacia terebinthus, vielfach Pinus halepensis/brutia. Bei ungestörten Hartlaubwäldern mit dichtem Schluß fehlt krautiger Unterwuchs. In den meist aufgelockerten Beständen dringen Arten benachbarter Trockenrasen oder Cistrosengebüsch ein. Ostmediterrane Charakter- und Differentialarten der Ägäis-Ausbildung im Vergleich zu westmediterranen Vorkommen siehe Abb. 232. Das Artengrundgefüge ist west-, mittel- und ostmediterran weitgehend ähnlich.

Ausbildungen mit Ceratonia siliqua (meernächste, tiefste und südlichste Standorte; MAVROMMATIS 80) mit Quercus coccifera in Ostthessalien (RAUS 79) und auf Kephallinia (KNAPP 65), meernah mit Juniperus phoenicea und einer Rosmarinus-Garigue, ferner mit Myrtus communis (BARBÉRO-QUÉZEL 76). Bei Kahlschlag (RAUS 80) entwickelt sich eine Phrygana mit Phillyrea media, Phlomis fruticosa, Erica manipuliflora, Scarcopoterium spinosum, Thymus sibthorpii, Cistus creticus et salviifolius (Cisto-Micromerieta).

Prasio majoris-Ceratonietum siliquae (BARBÉRO-QUÉZEL 80): Eu-mediterran (– 50/200 m) im Osten und Süden Kretas auf geschützten Kalkstandorten; Roterde. **CA.:** Asparagus aphyllus, Rhamnus oleoides, Oryzopsis coerulescens; nach GREUTER (75) ist Ceratonia nur subspontan. Ferner Pistacia lentiscus, Olea europaea ssp. oleaster. Subassoziationen mit Euphorbia dendroides, Rhamnus oleoides, Hypericum empetrifolium, Juniperus phoenicea, Lygeum spartum, Scorzonera cretica (ZOHARY 73). Quercus brachyphylla-Ausbildung (bis 100 m) besonders im subhumiden Westteil Kretas.

2. Ägäischer Erdbeerbaum-Steineichenwald (Andrachno-Quercetum ilicis; OBERDOROFER 48, Abb. 251, 252)

Die Andrachno-Quercetum-Unterzone des Quercion ilicis bildet in Südgriechenland (Peloponnes und Kreta bis 900 m) eine hochmediterrane Stufe von mehreren hundert Metern Mächtigkeit, die gegen Norden (Euböa 300–800 m) schrumpft; Nordwest-Griechenland bis 500 m, Thrakien bis 300 m. In der Quercus ilex-Baumstrauch-Macchie (bis 6 m), überwiegend auf Kalk, fehlen wärmeliebende Arten (Quercus ilex, Ceratonia siliqua). Kennarten: Arbutus andrachne, Iris cretica; nach BARBÉRO-QUÉZEL (76) auch Phillyrea media, Ruscus aculeatus, Teucrium flavum, Hypericum empetrifolium. Lokale Unterscheidungsarten zum Oleo-Ceratonietum auf Euböa (KRAUSE 63): Helleborus cyclophyllus, Doronicum caucasicum und Quercus pubescens. Reichlich Hartlaubwald- und Macchienelemente.

Ausbildungen: Übergangseinheiten zum Oleo-Ceratonion (STOJANOV-KITANOV 50) auf Thasos und zum Orno-Quercetum ilicis (Quercus pubescens) auf Euböa in höheren Lagen und in den nördlichen Sporaden (ECONOMIDOU 75). Durch das ausgedehnte und zerstückelte Areal sind Varianten zahlreich; mit Abies cephalonica auf Euböa (KRAUSE et al. 63) im Wolkenwaldklima höherer Lagen; Pinus nigra ssp. pallasiana (trockene Berglagen), Carpinus orientalis (nordöstliche Randgebiete), Pistacia lentiscus (Thasos), Pinus halepensis (Südgriechenland) und P. brutia (Athos, Thasos).

Bodensaurer Arbutus unedo-Quercus ilex-Wald (Flysch, Schiefer, Ranker, 100–700 m, BARBÉRO-QUÉZEL 76). **CA.:** Erica arborea, Pulicaria odora, Pteridium aquilinum, Asplenium onopteris, Ruscus aculeatus, Cercis siliquastrum, Fraxinus ornus. Bei Degradierung entsteht eine Macchie mit Cistus creticus, Erica manipuliflora.

Kreta: Geographische Rasse des Cyclameno cretici-Quercetum ilicis (200–700 m, BARBÉRO-QUÉZEL 80); verbindende Arten: Rubia peregrina, Smilax apera, Phillyrea media, Brachypodium ramosum, Ruscus aculeatus. **Laurus nobilis-Kalk-Gesellschaft** mit Hypericum empetrifolium, Melissa officinalis ssp. altissima, Aristolochia altissima. **Chamaecytisus creticus-Silikat-Gesellschaft** mit Arbutus unedo, Erica arborea, Teline monspessulanum. Die Arbutus unedo-Gesellschaft ist auf den semihumiden Westteil von Kreta beschränkt (350–850 m, ZOHARY 73) und wird auf trockeneren Südseiten vom Quercetum cocciferae abgeöst; Erica verticillata, E. arborea, Pistacia terebinthus. Es treten schon ostmediterrane Arten auf (350–850 m): Erica verticillata, Pyrus amygdaliformis, Genista acanthoclada, Lloydia graeca. Zusammen mit Quercus coccifera ist die im mittleren Osten seltene Quercus brachyphylla beigemischt.

3. Adriatischer Mannaeschen-Steineichenwald (Orno-Quercetum ilicis)

Charakteristisch ist eine abnehmende Höhenstufung gegen Norden. Süddalmatien bis 350 m, Mitteldalmatien bis 200 m (Inseln bis 700 m), Norddalmatien (Istrien-Triestiner Karst bis 50 m).

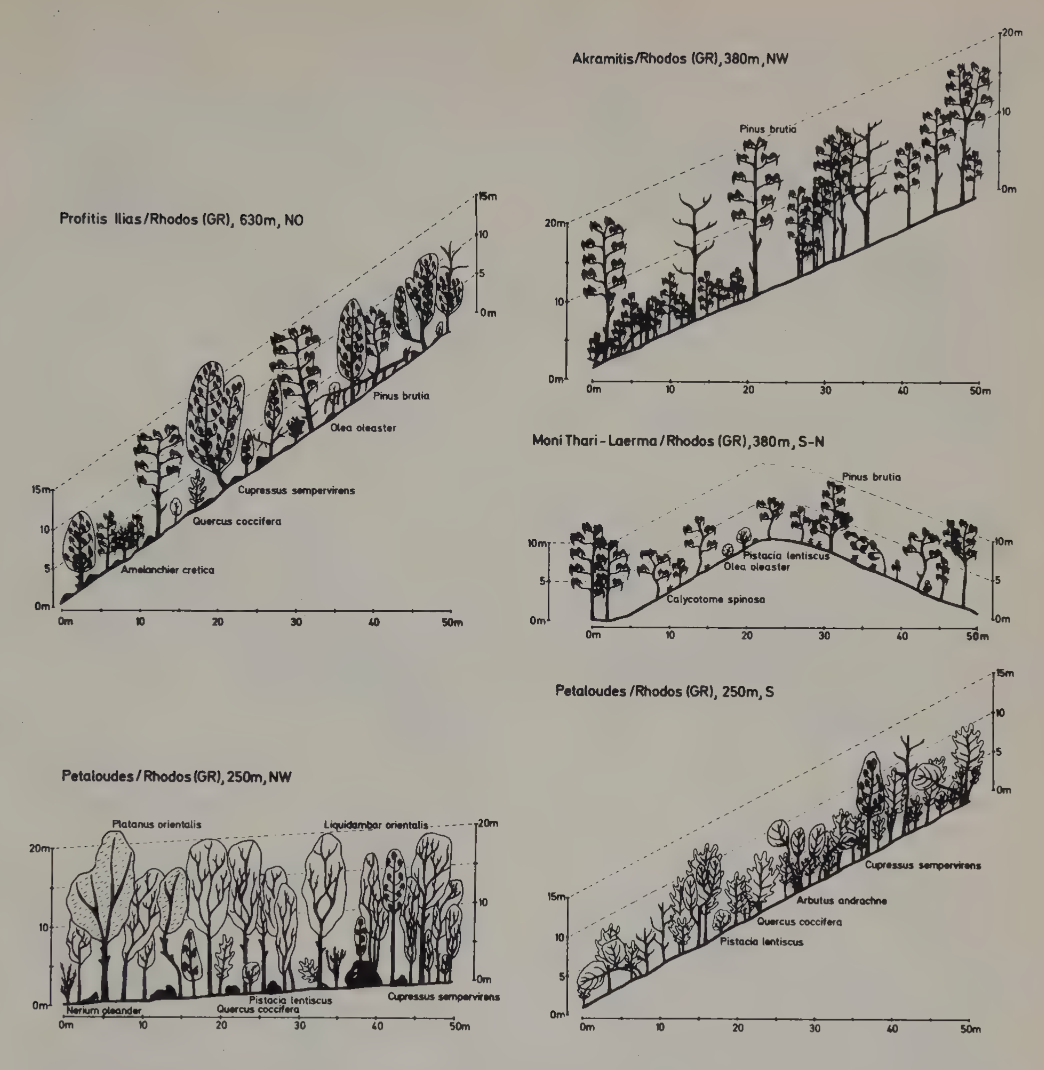


Abb. 251: Wälder auf Rhodos. Eu-mediterrane Arbutus andrachne-Quercus ilex-Macchie mit eindringender Zypresse (250 m, S). Platanen-Bach-Auwald mit Liquidambar orientalis im Tal der 1000 Schmetterlinge (250 m, NW, Petaloudes). Natürliche Pinus brutia-Dauergesellschaft auf dürrem Mergelstandort (Elefantenbuckel Moni Thari). Zerfallsphase eines Rotkiefernwaldes auf Kalkstein-Rotlehm (Akramitis). Zypressen-Blocksteilhangbestand mit randlicher Pinus brutia (Profitis Ilias).

Der eu-submediterrane Kontaktbereich ist besonders ausgeprägt. Mit der adriatischen Steineichenwaldzone beginnt die östliche Mediterraneis. In naturnahen, geschlossenen, unterwuchsarmen Hochwaldresten (Dundowald, Insel Rab; Hochmacchien auf Lokrum, Mljet, Brioni) mit Quercus ilex-Dominanz (20 m), immergrüne Arten nur sporadisch eingesprengt; heute meist Niederwälder (2–8/14 m). Regionale Charakterarten der nordost-adriatischen Hartlaubwälder: Quercus ilex, Carex distachya, Viburnum tinus, Oryzopsis virescens, Rhamnus alaternus, Cyclamen repandum, Rosa sempervirens, Asplenium onopteris, Lonicera implexa; ferner Pinus halepensis, Juniperus oxycedrus, Quercus coccifera, Pistacia terebinthus. Differentialarten gegen das mittelmediterrane Quercetum ilicis galloprovinciale: Fraxinus ornus, Coronilla emerus ssp. emeroides, Carpinus orientalis, Laurus nobilis, Sesleria autumnalis, Paliurus spina-christi (autralis). Sie belegen ein relativ niederschlagsreiches Klima.

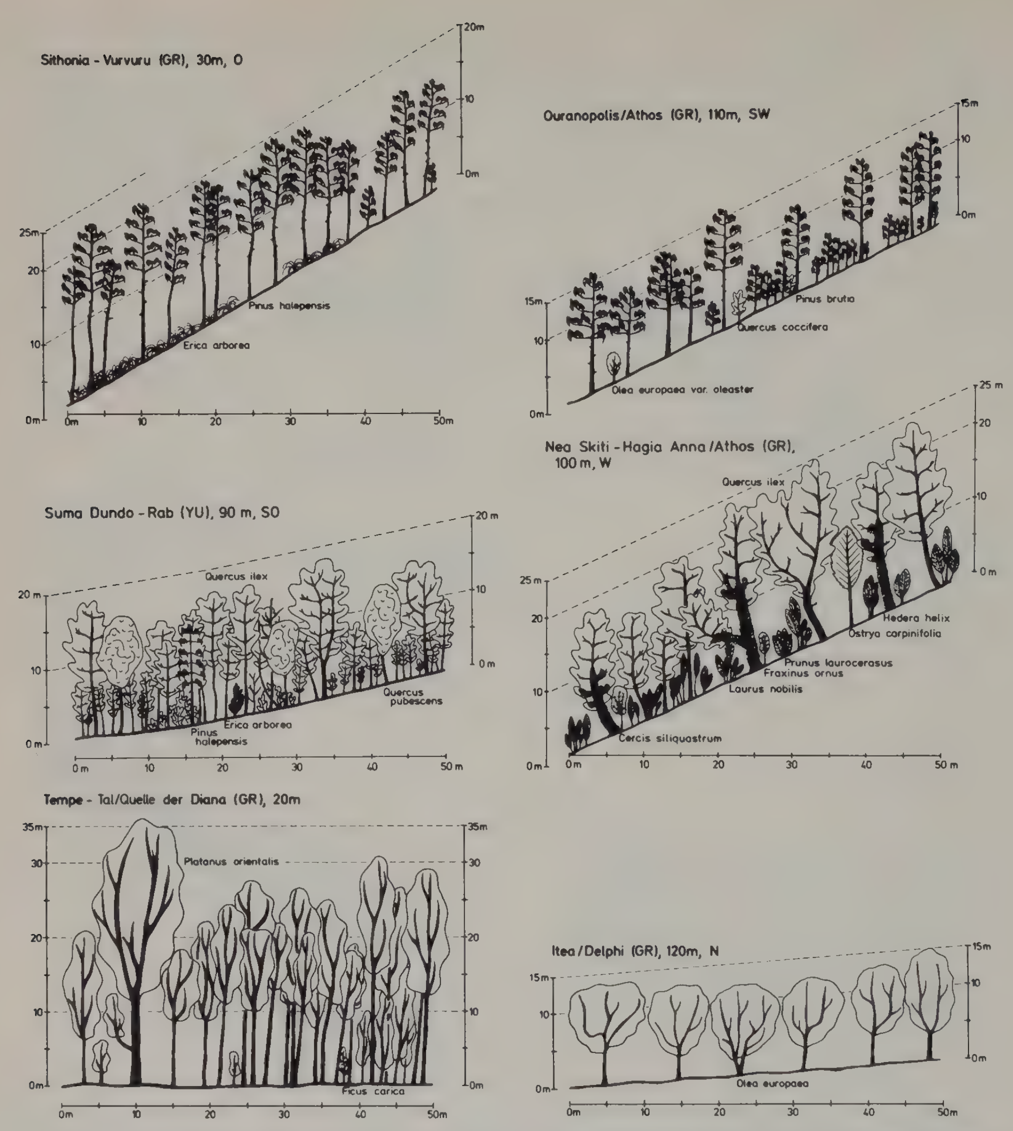


Abb. 252: Struktur des Ölbaum-Haines von Delphi auf lehmreichen Standorten. Sehr wüchsiger Platanen-Auwald im Tempetal. Wuchsoptimaler, naturnaher Quercus ilex-Bestand mit vitalem Hedera-Besatz (Laurus nobilis) in einer Hangmulde am Berg Athos. Mäßig wüchsiges Orno-Quercetum ilicis an der nördlichen Arealgrenze auf der dalmatinischen Insel Rab. Während auf der Sithonia-Halbinsel auf trockenen Standorten Pinus halepensis dominiert, tritt auf der Athos-Halbinsel Pinus brutia an ihre Stelle; sekundäre Ausbildungen.

Orno-Quercetum ilicis cotinetosum coggygriae (Lausi-Poldini 66): Im Triestiner Karst klingt die dalmatinische Gesellschaft aus, an Charakterarten verarmt: Acer monspessulanum, Rhamnus rupestris, spezifisch ferner Ostrya carpinifolia, Carpinus orientalis, Clematis flammula, Osyris alba; ferner Quercus pubescens. Als Dauergesellschaft ist sie an den steilen Küstensaum mit Lokalklimabegünstigung gebunden. Erst im südlichen Istrien (Poreč) ist die Klimaxgesellschaft auf Durchschnittsstandorten entwickelt (Wraber 67).

Nordägäische Ausbildung: In Ostthessalien auf Kalk (100–400 m, Raus 79) Quercus ilex-Waldgebüsche mit Erica arborea, Arbutus andrachne; ferner Fraxinus ornus, Carpinus orientalis,

Cercis siliquastrum Phillyrea latifolia; Garigue-Kleinsträucher: Hypericum empetrifolium, Erica manipuliflora, Anthyllis hermanniae, Genista acanthoclada; Lianen: Rubia peregrina, Smilax aspera. Am Athos (RAUH 49) die ostthessalische Silikat-Macchie mit Arbutus unedo, Erica arborea, Quercus ilex, Pulicaria odora. Je nach Degradations- oder Regenerationsstadium: Spartium junceum, Daphne gnidium oder Ruscus aculeatus. Brandbedingte Erica-Arbutus-Fazies. Küstennahe, geharzte Pinus halepensis-Bestände (12–15 m) mit üppigem Macchien-Unterwuchs sind aufgeforstet.

4. Griechisches Phillyreo mediae-Quercetum cocciferae

(BARBÉRO-QUÉZEL 76)

Bis 800/1200 m Höhe 1–2 m hohe Macchien, selten 15–20 m hohe Bestände mit den Charakterarten Quercus coccifera (pseudococcifera), Phillyrea media. Die hochmediterrane Gesellschaft steht zwischen dem eu-mediterranen Oleo-Lentiscetum quercetosum cocciferae und dem Coccifero-Carpinetum (OBERDORFER 48). Südpeloponnes-Ausbildung mit Acer orientale, Pyrus amygdaliformis, Pistacia palaestina. Hochmediterrane Rubia peregrina-Abies cephalonica-Ausbildung mit Arbutus andrachne, A. unedo, Rhamnus alaternus, Quercus ilex. Im submediterranen Grenzbereich Juniperus oxycedrus, Paliurus australis, Rhus cotinus, Phillyrea latifolia, Vitex agnus-castus (Carpinus orientalis).

Griechische Inseln: Auf Athos und Thasos stocken auf Dolomit und Kalk (bis 700 m) aufgelockerte Bestände auf flachgründigen, steinigen Dauergesellschaftsstandorten (ZOLLER et al. 77). Immergrüne Strauchartengarnitur mit Calycotome villosa, Cistus incanus. Auf Korfu (RECHINGER 42) finden sich meist nur 2 m hohe, selten 3–4 m hohe Kermeseichen in aufgelösten Beständen mit charakteristischer Macchien-Vegetation. Cistus (salviifolius, incanus), Erica (verticillata, arborea), Arbutus (unedo, andrachne). Geschützte Kermes-Eichen in der Nähe von Kapellen können 12–15/17 m Höhe, bis 70 cm Ø erreichen und 300–400 Jahre alt werden. Die Wurzelrinde enthält einen wertvollen Gerbstoff. Auf Kephallinia (KNAPP 65) kennzeichnen Reste in tiefen Lagen Arbutus unedo, Ceratonia siliqua, in mittleren Berglagen Anemone blanda, Arbutus andrachne und Quercus ilex.

Kreta: Geographische Rasse: Aristolochio creticae-Quercetum pseudococciferae-calliprini (BARBÉRO-QUÉZEL 80). Von 250–700 m auf Kalk, Gneis, Schiefer dominiert Quercus pseudococcifera (Übergangsform coccifera-calliprinos). **CA.:** Phillyrea media, Osyris alba, Euphorbia characias, Scutellaria sieberi, auch Pistacia terebinthus, Asparagus acutifolius. Subassoziationen mit Olea-Ceratonia, Acer sempervirens, Iris et Aster cretensis. Nach ZOHARY (73) ausgeprägte Eigenständigkeit und Anklänge an die südostmediterrane Pistacia palaestina-Quercus calliprinos-Einheit durch Erica verticillata, Pyrus amygdaliformis, Amygdalus webbii, Aristolochia cretica, Phlomis cretica.

Adriatischer Mannaeschen-Kermeseichenwald (Orno-Quercetum cocciferae, HORVATIĆ 58). Im randlichen montenegrinischen Karst kleinflächig an der jugoslawischen Adria-Küste. Soziologisch besteht weitgehende Ähnlichkeit mit dem Orno-Quercetum ilicis, da es sich zumindest bei Klimaxstandorten um Degradationsstadien handelt. Differentialarten zum westmediterranen Cocciferetum: Fraxinus ornus, Laurus nobilis, Spartium junceum, Coronilla emeroides, Paliurus spina-christi, Frangula rupestris.

5. Carpinus orientalis-Quercus coccifera-Wald

(Coccifero-Carpinetum, Ostryo-Carpinetum; OBERDORFER 48, BARBÉRO-QUÉZEL 76)

Auf Flysch (bis 500 m) bilden sich 3–4 (10–15) m hohe Buschwälder mit Erica arborea, Arbutus unedo, Stipa bromoides, Brachypodium pinnatum; Carpinus orientalis dringt in den mediterranen Bereich ein. In Ost-Thessalien (RAUS 80) mit Oenanthe pimpinelloides, häufig Phillyrea latifolia, Fraxinus ornus, Colutea arborescens, Pistacia terebinthus, meist in Form einer Pseudomacchie.

Das submediterrane Coccifero-Carpinetum ist weitgehend ein durch Weide entstandenes Degradationsstadium von Quercus dalechampii-frainetto-pubescens-Wäldern. Auf wasserarmen Karstflächen Quercus coccifera-Juniperus oxycedrus-Pseudomacchie (1–2 m).

6. Quercetum brachyphyllae (Barbéro-Quézel 76, 80)

Tiefmediterrane Pistacia lentiscus-Einheit (bis 100 m) an der Westküste Kretas, azonal auf tiefgründigen Böden das Oleo-Lentiscetum ersetzend. **CA.:** Olea europaea, Prasium majus, Rhamnus oleoides, Tamus communis ssp. creticus, Crataegus azarolus.

Hoch-(sub)mediterrane subhumide Einheit (300–1000 m) auf Kreta bei metamorphen Gesteinen. **CA.:** Pteridium aquilinum, Oenanthe pimpinelloides, Pulicaria odora. **Verbands-CA.:** Cyclamen creticum, Chamaecytisus creticus. Quercion ilicis-**CA.:** Erica arborea, Asparagus acutifolius, Rubia peregrina. Subassoziationen: Castanea sativa und Quercus macrolepis (Bryonia cretica).

(Quercus frainetto-)Quercus brachyphylla-Wald. Im Peloponnes und Golf von Korinth (300–700 m) verbreitet. **CA.:** Rosa sempervirens, Acer orientale, Phillyrea media, Quercus coccifera; azidophile Arbutus unedo-Erica arborea-Ausbildung, submediterrane Quercus pubescens-Variante.

Quercus macrolepis-Wald. Kleinflächig im Peloponnes, auf Kreta (100000 Bäume) und Thessalien zum Teil subspontan; angebaut für die Tannin-Gewinnung (Abb. 254).

7. Extra- und azonale laubwerfende Wälder (Abb. 253)

a) Hochmediterraner Quercus brachyphylla-Quercus frainetto-Wald (Barbéro-Quézel 76)

Laubwerfende extrazonale Wälder nehmen in Griechenland (mediterran bis submediterran) auf tiefgründigen, frischen Böden in Mulden und Tälern 30% der Fläche ein. Weitere Baumarten: Quercus pubescens, Qu. macrolepis, Acer orientale (sempervirens). Kennzeichnend: Phillyrea media, Ruscus aculeatus, Cercis siliquastrum, regelmäßig Quercus coccifera. Erica arborea-Arbutus unedo- und Acer monspessulanum-Ausbildung; Flaumeichenwald auf steilen Schatthängen in Schluchten.

b) Berberido creticae-Aceretum sempervirentis (Barbéro-Quézel 80)

Auf Kreta zwischen 1100–1700 m mit Crataegus monogyna ssp. azarolus, Rosa glutinosa; ferner Asparagus acutifolius, Quercus coccifera, Brachypodium ramosum, Pyrus amygdaliformis; ferner Rhamnus prunifolia, Arum creticum, Prunus prostrata. Typische Ausbildung hochmediterran auf Schattseiten. Humide Zelkova abelica-Ausbildung auf lehmigen Standorten mit Lamium striatum. Submediterrane Hochlagenausbildung auf Sonnseiten bis zur Waldgrenze (Samaria-Schlucht).

c) Zelkova abelica-Schluchtwald (Greuter 75, Quézel 79)

In mediterranen Berglagen auf Kreta im felsigen, steilen, schluchtartigen Gelände eine schlechtgeformte offene, buschartige Dauergesellschaft (2–4 m, potentiell 15–20 m). **CA.:** Zelkova abelica, Celtis tournefortii, Acer sempervirens (orientale), Ficus carica (subspontan, vermutlich natürlich), Laurus nobilis, Phillyrea latifolia, Olea europaea, Pistacia terebinthus, Arbutus andrachne; reichlich Lianen: Smilax aspera, Lonicera etrusca, Aristolochia sempervirens.

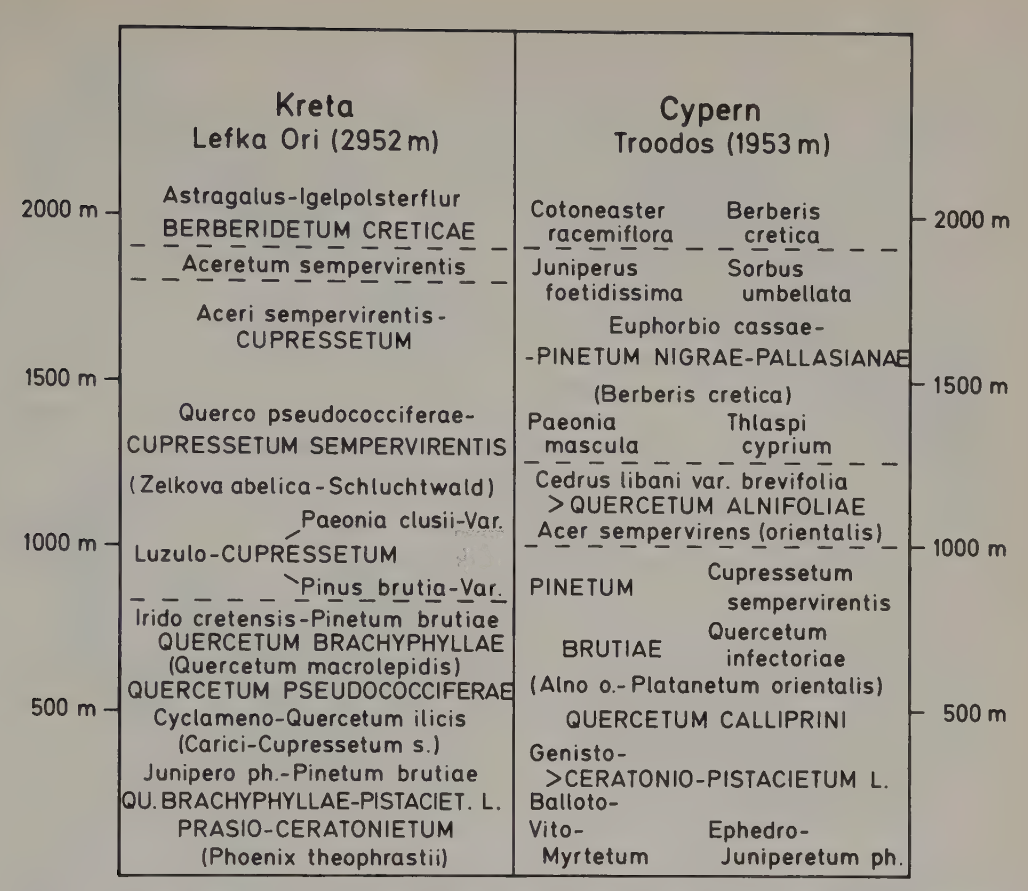


Abb. 253: Vegetationsprofile von ostmediterranen Inseln. **Kreta** (Zohary 73, Greuter 75, Barbéro-Quézel 80, Mayer 80). Die vielfältig aufgebaute, mächtige mediterrane Hartlaubwaldstufe zeigt noch westliche (Quercus ilex) Elemente bei Dominanz östlicher (Quercus calliprinos) und Relikte (Zelkova abelica, Phoenix dactylifera). Durch die geringe Bewaldung ist die Rekonstruktion problematisch. Da submediterran Flaumeiche zurücktritt und Schwarzkiefer fehlt, kann sich eine breite Cupressus sempervirens-Stufe entwikkeln. **Zypern** (Zohary 73, Barbéro-Quézel 79, Mayer 79). Geologisch bedingt besonders vielgestaltige Bewaldung in der mediterranen Stufe. Durch die mächtige submediterrane Pinus nigra-Stufe konnte sich Cedrus brevifolia nur reliktisch im submediterranen Übergangsgebiet (Quercus alnifolia) behaupten.

8. Auwälder

a) Schwarzerlen-Bachufer- und Talschluchtwälder

Bachschlucht-Schwarzerlenwald (Periploco graecae-Alnetum glutinosae, Zoller et al. 77). Bei Dadia (Thrazien) in einer schmalen Schlucht auf anmoorigem, zeitweise überschwemmtem Mineralboden. Die mittelwüchsigen (10–15 m) Schwarzerlenwälder kennzeichnen Auwaldarten und Lianen: Vitis vinifera ssp. sylvestris, Fraxinus parvifolia, Gomphoricarpus fruticosus. Arten nasser bis überschwemmter Standorte begleiten: Equisetum maximum, Carex elata, Cyperus longus; Thelypteris palustris.

Schwarzerlensumpfwald (Osmundo regalis-Alnetum glutinosae). Selten in der Steineichenwaldzone; Athos-Halbinsel zwischen Iwiron und Lawra (Rauh 49); Arundo donax, Equisetum telmateja, Carex pendula, C. remota, Humulus lupulus; reichlich Lianen. Ähnliche Bestände bei

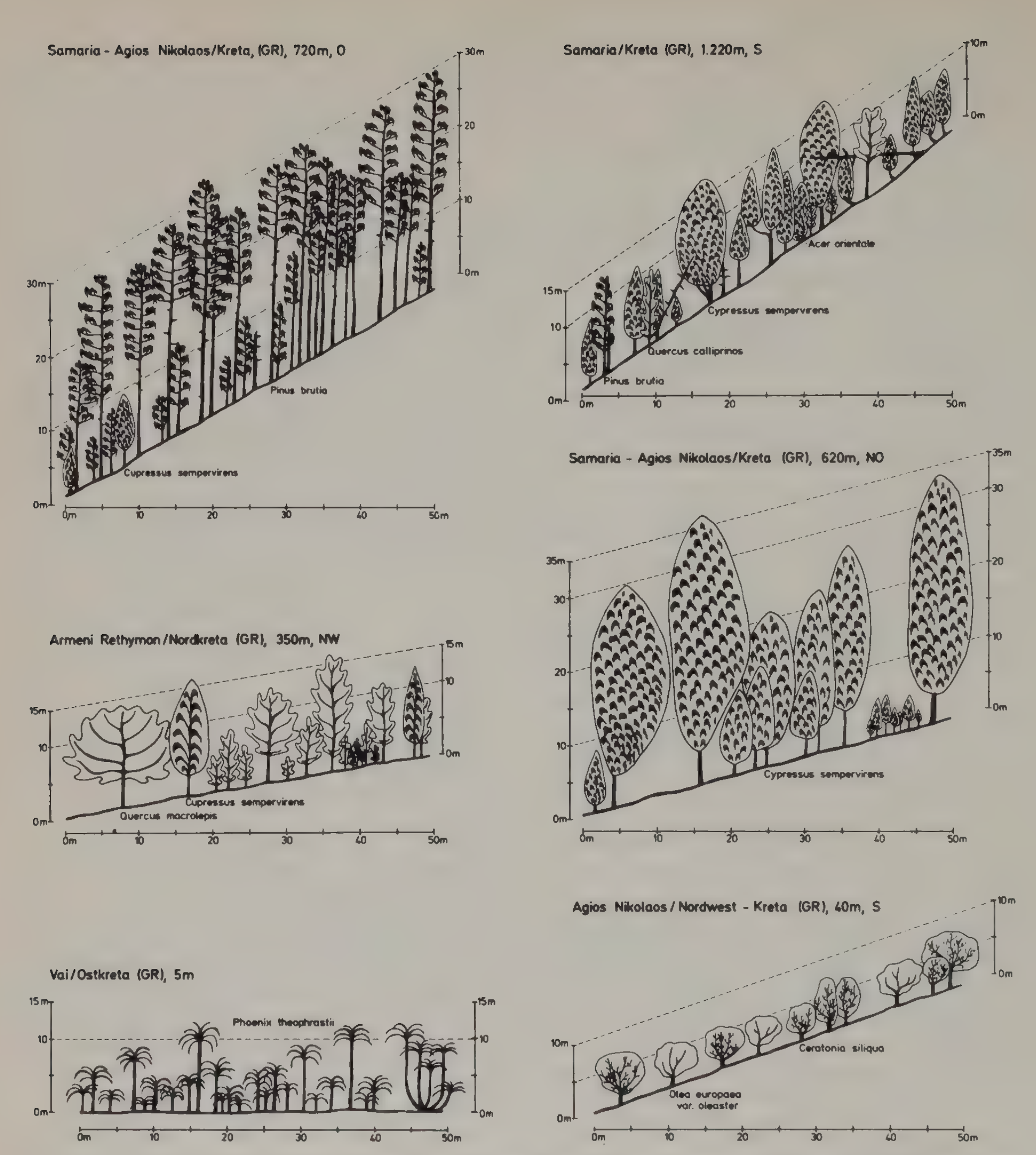


Abb. 254: Wälder auf Kreta. Subspontaner, fast plenterartiger Phoenix theophrastii-Bestand in der Bucht von Vai. Sich regenerierendes naturnahes Oleo-Ceratonietum bei Agios Nikolaos. Quercus macrolepis-Bestände sind nur teilweise natürlich (Rethymnon). Wuchsoptimaler Zypressenwald (30–35 m) auf Quercus calliprinos-Standort bei der Kapelle Agios Nikolaos. Typischer Zypressen-Steilhangwald mit Acer orientale (sempervirens) in der Samaria-Schlucht (1200 m). Wüchsiger, gutgeformter Pinus brutia-Hochlagenbestand zwischen Cupressus- und Quercus calliprinos-Stufe (720 m).

ständig nachfließendem kalkarmem Wasser an der niederschlagsreichen Westküste Korsikas (Ellenberg 64).

Alnus glutinosa-Platanus orientalis-Gebirgsbach-Uferwald (300–600 m) auf blockreichem Schutt 10–15 m hohe Bestände, hoch-sub-mediterran; Eupatorium cannabinum, Lycopus europaeus, Melissa officinalis, Pulicaria dysenterica, Equisetum telmateja (ausgesprochener Nässezeiger, Raus 80). Platanen-Schluchtwälder (Daphne laureola-Platanus orientalis-Gesellschaft, Krause et al. 51) bis 800 m, Insel Euböa.

b) Platanen-Auwald (Platanetum orientalis)

Auf Bach- und Flußstandorten mit ausreichender Grundwasserversorgung im trockenen Sommer sind immergrüne Laubbäume weniger konkurrenzkräftig, da laubwerfende, üppig gedeihende Gehölze rasch- und höherwüchsiger sind durch günstigeren Assimilathaushalt. In der Hartlaubzone entscheiden Bodenfeuchtigkeit und Konkurrenzkraft über den Wechsel zwischen immer- und sommergrünen Formationen. Durch weite ökologische Amplitude reichen Platanenauenwälder bis in die submediterrane Stufe (500/700 m); bis auf Rudimente gerodet.

Populetum albae-Pionierbestände. In südmazedonischen Grenzstandorten (Nikolovski 58) beteiligen sich in der Baumschicht Populus alba f. nivea et megaleuce, P. canescens, P. tremula f. pubescens; reichlich Clematis vitalba, Vitis vinifera ssp. sylvestris. Im Vardar-Tal auf ähnlichen Standorten auch Populus nigra var. thevestina-Bestände; P.a. balcanicum (Kárpáti 62).

Ägäischer Platanus orientalis-Auwald (Kárpáti-Kárpáti 61, Raus 80). Mittel-gutwüchsige, üppige, sommergrüne Platanen-Rein- und Mischbestände (25–35 m, Abb. 251, 252) sind von Weichholz-Auwaldarten begleitet; Populus alba, Salix alba. Die orientalische Platane ist raschwüchsig und erreicht mit (50) 80–90 Jahren bereits 25–35/40 m Höhe (bis 415 cm Ø, 60 m Kronendurchmesser). An Quellen und Versammlungsplätzen (Dorfkaffeehäuser) wird sie häufig gepflanzt; Holznutzung und Futterlaub-Schneitelung (bis 1100 m). Geschlossene Platanen-Wälder (60–80 Jahre) können bis 1300 fm/ha produzieren. Platanen-Initialbestockungen auf niedrig gelegenen, öfter überfluteten Sandbänken in Weiden-Pionierphasen kennzeichnen: Dracunculus vulgaris, Arum italicum, Ranunculus ficaria, Primula vulgaris. Rubus ulmifolius, Vitis vinifera, Aristolochia rotunda, Blackstonia perfoliata (Raus 80). Arten der winterkahlen Flaumeichenwälder reichlicher als Auwaldarten; Symphytum bulbosum, Quercus pubescens, Hedera helix, Helleborus cyclophyllus, Lithospermum purpurocaeruleum, Celtis australis, Paliurus spinachristi. Im griechischen **Tempetal** kennzeichnen: Vitex agnus-castus, Acanthus spinosissimus, Carduus pycnocephalus, Hypochoeris cretensis, Geranium macrorrhizum. In den nördlichen Sporaden mit Cercis siliquastrum (Economidou 75). Auf **Kephallinia** (Knapp 65) mit Crataegus brevispina, Ulmus minor, Nerium oleander.

Nördlicher Nußbaum-Platanen-Auwald (Juglando regiae-Platanetum orientalis, Em-Dekov 61). Von Südmazedonien reicht die Gesellschaft nach Nordgriechenland hinein. **CA.:** Symphytum bulbosum, Ranunculus ficaria, Parietaria lusitanica- und Carpinus betulus-Variante. Die Ausbildung mit Salix alba und Populus alba bildet Auwald-Initial-Bestockungen.

Submediterrane Platanen-Auwälder (Kárpáti 62). Mit abnehmendem Hochwassereinfluß kann man drei Gesellschaften unterscheiden: Nerium oleander, Petasites hybridus und typische Ausbildung.

c) Silberweiden-Auwald (Salicetum albo-fragilis)

Submediterrane Pioniergesellschaft, regelmäßig überflutete Uferbänke und Inseln, Vardar-Mittellauf; Salix alba (Ulmus minor, Populus nigra, Populus canescens, Salix fragilis-Strauchform).

d) Eschen-Ulmen-Hartholz-Auwald

Das potentielle Areal befindet sich in der humiden und semihumiden, mehr nördlichen Mediterraneis. Durch intensive Nutzung, Rodung und Beweidung sind nur noch Restbestände vorhanden.

Griechischer Eichen-Eschen-Ulmen-Hartholzauwald (Zoller et al. 77). Ein wüchsigeres submediterranes Periploco graecae-Ulmetum minoris in Nordgriechenland kennzeichnet das südlichste Vorkommen des Alno-Ulmion; submediterrane Ausbildung des slavonischen Eichenauwaldes. **CA.:** Quercus pedunculiflora, Fraxinus parvifolia (auch ssp. pallisae); Begleiter: Populus alba, Morus alba et nigra; teilweise Bruchwaldcharakter mit Osmunda regalis, Thelypte-

ris palustris. Reichlich Lianen bilden zum Teil undurchdringliche Vorhänge: Tamus communis, Humulus lupulus, Clematis vitalba, Vitis sylvestris, Hedera helix; ähnlich wie in nordostbulgarischen Longos-Wäldern. Frisch-feuchte Höhenzeiger: Arum italicum, Circaea lutetiana; auf feuchtem bis überschwemmtem Niveau Cyperus longus, Iris pseudacorus. In **Ost-Thessalien** (Raus 79) kommt am hochmediterranen Arealrand (200–300 m) ein verarmter Feldeschen-Auwald (Leucojo aestivi-Fraxinetum angustifoliae/parvifoliae vor mit Alisma plantago-aquatica, Iris pseudoacorus, grasreichere Thalictrum lucidum-Ausbildung. **Albanien** (Kárpáti-Kárpáti 61): Junco-Fraxinetum parvifoliae an größeren Flüssen mit einigen Halophyten; auch ein Lauro-Fraxinetum parvifoliae, Kárpáti (62).

e) **Dattelpalmenwald von Vai/Ostkreta** (Abb. 254)

Das Tertiärrelikt Phoenix dactylifera var. theophrasti wurde seit dem Altertum im eumediterranen Bereich weithin kultiviert. So verdankt auch die Palmen-Oase von Elche in Südost-Spanien ihre Entstehung der Kulturtätigkeit der Mauren. Mit großer Wahrscheinlichkeit spontan, zumindest subspontan seit dem Mittelalter (Greuter 75) ist der aufgelockerte kleine Palmenbestand in der Bucht von Vai und an vier anderen Stellen auf grundwasserführendem, schwach lehmigem Meeressand von Dünencharakter. Unter dem Schirm der fast plenterartig gestuften 8–12 m hohen Palmen Pistacia lentiscus. Im Unterwuchs dominieren Juncus heldreichii, Holoschoenus romanus, Festuca arundinacea. Den stark degradierten Beständen (Vai) droht infolge zunehmenden Tourismus rasche Zerstörung.

9. Aleppo-Kiefernwald (Pinetum halepensis, Abb. 252)

Ausgedehnte (334000 ha), wüchsige Naturverjüngungs- und Aufforstungsbestände auf Klimax-Laubwald-Standorten dominieren. Im natürlichen Konkurrenzkampf wurde Pinus halepensis auf extreme Dauergesellschaftsstandorte (Mergel mit großer Dürregefahr, Ozenda 66), flachgründige Kalk-Standorte, felsige Abbrüche, nährstoffarme Böden Serpentin, Sandstein, Schiefer) abgedrängt, ähnlich wie Pinus sylvestris in Mitteleuropa. Natürliche Reliktstandorte auf Euböa (Krause-Ludwig-Seidel 63) und Kreta (Rechinger 51) kennzeichnen: Calycotome villosa, Pulicaria odora, Pistacia lentiscus, Olea europaea, Asparagus aphyllus; ferner Phillyrea latifolia, Cistus salviifolius.

Natürlicher Aleppoföhrenwald (Myrto-Pinetum halepensis). In Euböa dominiert Pinus halepensis auf Talterrassen im Serpentingebiet (bis 100 m) wahrscheinlich von Natur aus; Pinus pinea, Myrtus communis, Pistacia lentiscus, Asparagus aphyllus; lokale Differentialarten: Leontodon tuberosus, Peltaria emarginata, Cercis siliquastrum, ferner Arbutus unedo, Rubia peregrina.

Sekundärer Macchien-Aleppoföhrenwald (Barbéro-Quézel 76). Auf Mergel und Kalk treten hoch- bis tiefmediterran Degradationsstadien auf. Vorkommen im Golf von Korinth können als Oleo-Lentiscetum pinetosum halepensis angesprochen werden; Pistacia lentiscus, Rubia tinctoria, Asparagus aphyllus, Myrtus communis. In Valini noch Cicer graecum, Luzula nodulosa; ferner Quercus coccifera, Prasium majus, Cistus monspeliensis und Unterwuchs des Oleo-Lentiscetum. Hochmediterrane Ausbildung im Orno-Quercetum ilicis-Gebiet (800–900 m) mit Quercus pubescens, Cicer graecum, Hypericum empetrifolium, Luzula nodulosa. Der brandbedingte **Cistrosenheide-Aleppoföhrenwald** (Erica manipuliflora-Pinus halepensis-Gesellschaft, Oberdorfer 54) meist auf Rotlehm über Serpentin (50–800 m) bildet eine typische Sekundärgesellschaft, die mit oder ohne Pinus halepensis-Überschirmung auftritt. Spezifisch Cistion-Arten wie Cistus salviifolius, C. incanus ssp. creticus.

Dalmatien-Albanien: Im niederschlagsreichen Adria-Gebiet ist Pinus halepensis auf die wärmsten Tieflagen (bis 200 m) südlich Split beschränkt; auf vorgelagerten Inseln noch häufiger (Naturbestand Meleda/Mljet, Adamović 29). Die Begleitvegetation charakterisiert den Grenzstandort (Diviaka/Albanien); Quercus pubescens, Fraxinus ornus, teilweise Quercus ilex, Quercus coccifera, Laurus nobilis, lokal Pinus pinea. Fast nur noch degradations- und brandbedingte Wiederbewaldungsstadien (Horvatić 63).

Brutischer Rotkiefernwald (Pinetum brutiae auf Kreta, BARBÉRO-QUÉZEL 80). Pinus brutia kommt vom Athos östlich vor, auf den Ägäischen Inseln einschließlich Kreta (Abb. 252). *Tiefmediterrane Juniperus phoenicea ssp. lycia-Einheit* (0–300 m) bei aridem Lokalklima auf Kalk (Silikat); **DA.:** Scorzonera cretica, Ebenus cretica, Lygeum persicum; ferner Oleo-Ceratonion-Arten (Olea europea, Prasium majus, Pistacia lentiscus). *Mittel- bis hochmediterrane Iris cretensis-Ausbildung* (300–800 m), semiarid-semihumid, auf Kalk (Silikat) im Kontakt mit Quercus pseudococcifera (calliprinos). **CA.:** Quercus coccifera, Lithospermum hispidulum, Limodorum abortivum, Scorzonera dependens.

10. Zypressenwald (Cupressetum sempervirentis)

Cupressus sempervirens var. horizontalis (var. pyramidalis oder stricta ist die Kulturform) besitzt ein sehr disjunktes mittel- bis südmediterranes, sub-mediterranes Areal. Durch starke Entwaldung der Tieflagen und frühzeitige Kultur (Alleen, Friedhöfe, Windschutz) ist die natürliche Verbreitung in dem alten Kulturland nicht mehr einwandfrei zu rekonstruieren.

a) Zypressenwald auf Kreta (Abb. 254)

Ein ausgedehntes, naturnahes Vorkommen befindet sich im Nationalpark Samaria-Schlucht in Westkreta. In den Kalkbergen der Lefka Ori bildet die Zypresse eine ausgedehnte, differenzierte Höhenstufe (1200–1800/1900 m), vereinzelt tiefer. Das ausgeprägte sommertrockene Klima ist im Winter sehr schneereich; Zypresse besiedelt in den südseitigen Steilhängen humusreiche Skelettböden, bildet Kalkfels-Pionierbestockungen und ist ein typischer Spaltenbesiedler.

Hochmediterrane Carex hallerana-Gesellschaft (250–500 m) in den Psiloritis- und Lasithi-Bergen. Aufgelöste Bestände, reich an Macchie- und Garigue-Elementen (ZOHARY 73); Pistacia lentiscus, Olea europaea. Gute Verjüngung der Zypresse unter dem Schirm der Macchien-Sträucher.

Submediterraner Luzula nodulosa-Zypressenwald (600–1600 m) (BARBÉRO-QUÉZEL 80). **CA.:** Cyclamen creticum, Acer sempervirens (orientale); Cupression-Verbands-CA.: Crepis frasii, Hypericum empetrifolium var. tortuosum, Cirsium morinaefolium, Brachypodium ramosum (vgl. ZOHARY 73).

Tiefere Pinus brutia-Cupressus sempervirens-Ausbildung. Nur auf frischeren, vor allem schattseitigen Standorten (600–1200 m) ist Cupressus noch konkurrenzkräftig und mischt sich einzeln bis kleinflächenweise bei guter Wuchsleistung mit der Kiefer (20–30 m). Cupressus sempervirens-Unterhangwald: Im Schutze der Kapelle Agios Nikolaos (600–650 m) stockt auf natürlichem Quercus calliprinos-Standort ein wuchsoptimaler «sacred wood» mit optimaler Wuchsleistung und Ausformung (29–36/40 m Höhe, 90–150 cm ∅, MAYER 79). Gute Ausformung (geradschaftig, relativ schwachastig) und trupp- bis gruppenweise Verjüngung kennzeichnen. Diese majestätischen, schattenden, mächtigen Wälder mit weitausladenden Kronen gleichen Zedernwäldern.

Typische Paeonia clusii-Ausbildung (1200–1600 m). Mit Quercus calliprinos-Nebenbestand und beigemischten Acer sempervirens-Sträuchern. Im unteren Bereich mittelwüchsig (8–16/20 m, 40–80/100 cm ∅), geradschaftig, bis lärchenähnlicher Kronenhabitus, geschlossen, mehrstufig. Lokal in südseitigen Lagen plenterartig aufgebaute Bestände geringer Wuchsleistung. Mit der Höhe zunehmend Berberis cretica (1000–1400 m).

Höhere Acer sempervirens-Berberis cretica-Waldgrenzenausbildung (1600–1800 m), kurzschaftig (5–7/10 m), teilweise durch Schneeschub und Lawinen säbelwüchsig, starkastig, Bodenschutzwald auf flachgründigen Rendzinen bis Kalksteinbraunlehm-Spaltenböden, z. T. durch Schneeschub Legföhren-ähnliche Kriechformen. Lokal eine Art Legbuschgürtel der Zypresse. Diese Hochlagenvorkommen sind zweifellos primär und nicht sekundär. (ZOHARY 73). Nach Nutzung der Cupressus-Waldkronenbestände oder nach Beweidung breitet sich das Aceretum sempervirentis oder das Berberidetum creticae sekundär aus. Dieser Baumstrauch bildet über der Waldgrenze vielfach einen schmalen Saum mit Legahorn-Charakter, darüber Berberis cretica-Rhamnus prunifolia-Gürtel von 1800–2300/2400 m.

b) Griechische Inseln (Hofmann 41, Rechinger 42)

Auf Rhodos (Abb. 251) nimmt die Zypresse noch 4000 ha ein, von 400–750/900 m stockt sie auf spaltengründigen Kalkstein-Braunlehmböden, vitaler auf der feuchteren Luvseite. Auf besseren (schlechteren) Standorten erreicht sie nach raschem Jugendwachstum mit 60 Jahren bereits 15–20 (10–15) m Höhe bei 30 (20) cm ∅; ältere Solitärstämme bei monströsen Stammformen 1,0–1,5 m ∅; 80 jg. 200–400 Vfm, dgz 2–3 fm. Aufgelockerte Tieflagenvorkommen mit reichlich Macchien-Elementen (Rechinger 42), ebenso auf Kephallinia (Knapp 65); Styrax officinalis, Phillyrea media, Cistus creticus, Sarcopoterium spinosum, Pistacia lentiscus. An schroffen Kalkbergen (Kreuzritterburg Monolithos, Kloster Tsambika) bildet die Zypresse vergleichbar der Eibe als Felsspaltenbesiedlerin lockere Steilhangwälder.

c) Bedeutung der Zypresse

Die Zypresse kann auf bodenfrischen tiefgründigen Standorten (meist gerodet) beachtliche Wuchsleistungen erreichen. Waldgrenzen- und Steillagenvorkommen belegen einen ausgeprägten Pioniercharakter der Zypresse, initiale Schutthaldenbesiedlung im Tal der Schmetterlinge (Petaloudes) auf Rhodos. Die Zypresse eignet sich für die Stabilisierung von Erosionsflächen und Schutthalden, zur Wiederbestockung von felsigen Steillagen. Durch die weite Höhenverbreitung (0–1800 m) sollten Hoch- und Tieflagenvorkommen hinsichtlich Standortsrassen überprüft werden. Randvorkommen im Hohen Atlas und Jordanien (Jebel Sarah mit Juniperus phoenicea) oder in der Barqa cyrenaica könnten trockenresistenter sein. Die Zypresse ist sehr reproduktionsfähig (ausschlagfähig), wobei die zähen und elastischen Ausschlagstangen besonders gesucht sind; aber weniger feuer- und verbißresistent als Pinus halepensis. Das Holz wird verwendet für Bauholz und Möbel. Die Zypresse ist zunächst Halbschattenbaumart und entwickelt sich relativ bald zur Lichtbaumart. Trupp- bis gruppenweise Verjüngung ist häufig, so daß ein Plenterbetrieb möglich ist (Hofmann 43).

Zypressensterben: Besonders in Mittelitalien verdorrt nach Krebspilzbefall (Coryneum cardinale) der obere Teil der Krone. Es werden nur sekundäre Reinbestände (var. pyramidalis), nach Klon unterschiedlich, befallen, nicht jedoch breitkronige Naturbestände. Selektion resistenter Pflanzen ist in der Baumschule möglich (Poggesi et al. 79).

11. Wacholderbestände

Geringwüchsige (8–12 m), offene Prunus webbii-Juniperus excelsae-Bestände mit Carpinus orientalis, Paliurus aculeatus, Ephedra major, E. fragilis entwickeln sich in Griechenland (1000–1500 m), Südmazedonien (100–400/900 m), gelegentlich auf Schlagflächen des Abietetum borisii-regis und in tieferen Lagen am Prespa-See (EM 62, Abb. 255); mediterrane Phillyrea- und submediterrane Celtis caucasica-Ausbildung. **Juniperus (Arceuthos) drupacea** baut die meernächsten, bis 5m hohen Buschwälder auf nicht stabilisierten Dünen auf (Hofmann 40).

II. Submediterrane Laubwaldstufe (Ostryo-Carpinion orientalis-Gebiet)

1. Ägäische Hopfenbuchen-Orienthainbuchenwald-Zone
(Ostryo-Carpinion aegeicum)

Das Ostryo-Carpinion kennzeichnen: Fraxinus ornus, Quercus cerris, Cyclamen hederifolium, Orobus venetus, Physospermum cornubiense, Anemone trifolia ssp. albida, Aristolochia pallida, Sesleria autumnalis, Digitalis micrantha, Aremonia agrimonioides, Buphthalmum salicifolium (vgl. Barbéro-Bonin 80). Den ägäischen Unterverband differenzieren: Syringa vulgaris, Buxus

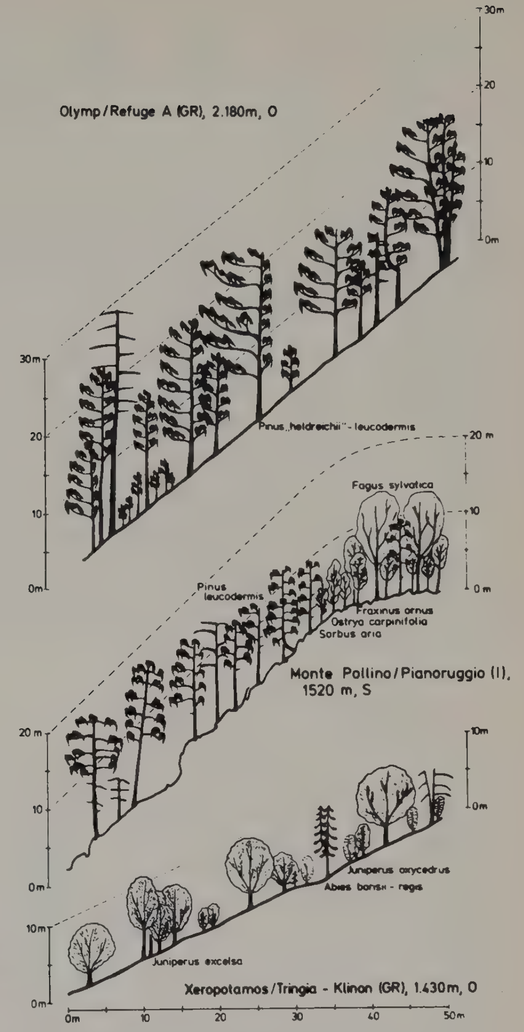


Abb. 255: Entwicklung naturnaher Schwarzkiefernwälder von der Jungwald- bis zur Verjüngungsphase im Pindus (VERGOS 79).

sempervirens, Podocytisus caramanicus, Helloborus cyclophyllus, Ajuga laxmannii, Leontodon fasciculatus; nach JAKUCS (61); ferner Cotinus coggygria ssp. pubescens, Paeonia peregrina. Verbreitet von Albanien bis Epirus, Thessalien (nicht mehr Peloponnes), in Makedonien, Thrakien bis ins südliche Bulgarien und Jugoslawien. Im Süden (Olymp) bis 700/1000 m, im Norden (Vardar-Tal) bis 400/600 m, an das Quercion frainetto-Übergangsgebiet reichend.

Standort: Stärkerer kontinentaler Charakter, längere Frostperioden, niedrigere Wintertemperaturen, größere Temperaturschwankungen, 750–1200 mm N, Sommerdürre nicht ausgeprägt, über 14° C Jahresmitteltemperatur (Larissa-Berati). Der klimazonale Bodentyp ist eine submediterrane (litorale) Braunerde.

a) **Kermeseichen-Orienthainbuchenwald** (Coccifero-Carpinetum orientalis, OBERDORFER 48)

In den gebüschartigen Degradierungsstadien dominieren immergrüne Holzgewächse (Pseudomacchie), physiognomisch an echte Macchien erinnernd, floristisch von geringer Gemeinsamkeit. An der Grenze zwischen immergrünen Hartlaubwäldern und sommergrünen Weichlaubwäldern dringen bei Lichtung immergrüne Arten ein (WALTER 56), die langsamwüchsiger, lichtbedürftiger,

frostanfälliger und meist weideresistenter sind. Quercus coccifera mit stacheligen Blättern (Verbißschutz), rascher Regenerierung, relativ brandresistent und mit großer ökologischer Amplitude, hat anthropogen bedingt eine horizontal und vertikal weit über natürliche Grenzen hinausgehende Verbreitung (bis 1000/1280 m). Im Naturzustand wären die Wälder zweifellos fast ausschließlich winterkahl. Stete Mischbaumarten in der Pistacia terebinthus-Assoziation: Carpinus orientalis, Quercus coccifera, Phillyrea latifolia, Quercus frainetto und Quercus cerris. Auch in der Strauchschicht Winterkahle und Immergrüne: Paliurus spina-christi, Juniperus oxycedrus, Prunus mahaleb, Coronilla emerus ssp. emeroides. Selbst in der Krautschicht noch Immergrüne, z.B. Ruscus aculeatus, Teucrium chamaedrys und Carex hallerana.

Reliktischer Quercus pubescens-Quercus coccifera-Wald auf Kephallinia (KNAPP 65) mit starkem mediterranem Einfluß: Pistacia terebinthus, Arbutus unedo. **CA.:** Cyclanum neapolitanum, Selaginella denticulata, Geranium purpureum, Arum italicum, Asplenium onopteris. **Submediterraner Quercus brachyphylla-Wald.** Kleinflächig auf Kreta (QUÉZEL 79).

Gebüsch-Degradationsstadien mit Quercus coccifera, Buxus sempervirens, Juniperus oxycedrus, Paliurus, Pyrus amygdaliformis (Pinus nigra). **Anthropo-zoogene Šibljak-Gebüsche** (Pseudomacchie, vgl. SO). Vom Menschen und Weide-Vieh mitgeschaffene Formationen beherrschen heute das Landschaftsbild. Im Grenzbereich der vorwiegend immergrünen Coccifero-Carpinetum-Unterzone dominieren: Carpinus orientalis besonders im nördlichen Teil, Paliurus am weitesten verbreitet auf stark beweideten Flächen, ebenso Juniperus oxycedrus, Rhus coriaria in geschützten Lagen, Syringa vulgaris aus der kontinentaleren Quercion frainetto-Zone übergreifend, Buxus sempervirens aus verschiedenen Vegetationseinheiten hervorgehend, Juniperus communis mit Pteridium aquilinum auf tiefgründigem Boden.

b) **Zerreichenwald** (Melitti-Quercion frainetto, BARBÉRO-QUÉZEL 76, BARBÉRO-BONIN-GAMISANS-QUÉZEL 76)

Quercus frainetto ist in Griechenland von den submediterranen Arten am weitesten verbreitet auf Schiefer, Flysch, Alluvionen, aber nicht auf Kalk. Quercus cerris (fehlt im Peloponnes), Quercus petraea (nur im Pindus), Quercus trojana (Karpenision), Quercus pubescens (nur im Norden) und Castanea sativa bilden Mischbestände. **CA.:** Quercus petraea, Lithospermum purpurocaeruleum, Trifolium pignatti, Thymus longicaulis, Chamaecytisus hirsutus, Galium laconicum, Asperula laevigata; ferner Potentilla micrantha, Ostryo-Carpinion-Arten: Carpinus orientalis, Fraxinus ornus, Acer obtusatum, Physospermum aquilegifolium. **CA.:** Castanea sativa, Agropyron panormitanum, Bromus asper ssp. benekenii, Geranium asphodeloides, Trifolium patulum, Lathyrus niger var. jordani, Huetia cynapioides ssp. cynapioides, Loranthus europaeus, Melittis melissophyllum ssp. albidum Scutellaria columnae. Die Bestände auf dem Peloponnes haben durch stärkeren mediterranen Einfluß nur noch eine geringe Beziehung zum balkanischen Verbreitungszentrum.

Geranium peloponnesiacum-Gesellschaft auf reifen Alluvionen und Flyschstandorten; Oenanthe pimpinelloides, Ranunculus heldreichianus; ferner Potentilla micrantha, Ostrya carpinifolia, Digitalis ferruginea. **Cytisus villosus-Castanea sativa-Gesellschaft** am Taygetos und bei Bassae (900–1300 m) auf Schieferstandorten. **Huetia cynapioides-Gesellschaft** in Ostthessalien (500–800 m, RAUS 80) auf Glimmerschiefer, Parabraunerden (auch Kalk). Quercus frainetto dominierend, Sorbus torminalis (Fagus moesiaca). **CA.:** Verbascum aphentulium, Physospermum cornubiense, Symphytum bulbosum. Durch Waldweide und Schweinemast auch heute noch stark gestört. Degradationsphase mit Erica arborea und Juniperus oxycedrus, Genista carinalis; auf Schiefer im Pelion (DAFIS 66). In tieferen Lagen des Berg Athos eine grasreiche Ausbildung mit Phlomis samia, Coronilla emeroides, Pteridium aquilinum (RAUH 49).

c) **Ostthrakischer Flaumeichen-Mischwald** (KANTARCI 76)

Im Südthrakien ist nur ein fragmentarischer Streifen mit (sub-) mediterraner Vegetation ausgebildet (Quercus coccifera, Pinus brutia). Im Norden trägt das Istrança-Gebirge schon euxinische Vegetation (Rhododendron ponticum, Fagus orientalis). Für das zentrale Steppenwald-

gebiet herrschen schon südosteuropäische, binnenländische Verhältnisse (Quercus frainetto). Gegen Süden schiebt sich im Granos-Gebirge und am Korudag ein breiterer submediterraner Streifen ein mit einer Quercus pubescens-Paliurus aculeatus- und einer Quercus pubescens-Qu. coccifera-Gesellschaft.

d) Kastanienwald in Ostthessalien (Raus 80)

15–20 m hohe Edelkastanienbestände auf Quercion frainetto-cerris-Standorten (300–900 m Braunerde): Galium laconicum, Doronicum orientale, Helleborus cyclophyllus. **CA.:** Hedera helix, Calystegia sylvatica; Kalkausbildung mit Buglossoides purpurocaerulea, Agrimonia eupatoria. Erica arborea-Degradierungs-Fazies im hochmontanen Quercus ilex-Bereich.

Tilio tomentosae-Castanetum. Auf schattseitigen Steilhängen stocken auf skelettreichen, frischeren Silikatbraunerden 20 m hohe Tilia tomentosa, Castanea sativa, Quercus dalechampii-Mischbestände; Fraxinus ornus, Sorbus domestica, Cornus mas. Hygrisch anspruchsvollere Arten: Festuca drymeia, Calamintha grandiflora, Mycelis muralis. Den Silberlinden-Hangwald kennzeichnen: Scutellaria altissima, Galium pseudoaristatum, Campanula sparsa ssp. sphaerothrix (Dafis 73); Pindus 700–900 m (Dafis-Jahn 75).

Abies borisii-regis-Castanea sativa-Mischwald (Rauh 49). Auf dem Berg Athos ist ein ausgedehnter «Heiliger Wald» (600–1300 m) auf Marmor und Silikat-Schiefer verbreitet. Die Edelkastanie (dichte Bärte von Sticta pulmonacea) wurde durch Holzkohlenbrennerei in 10jährigem Umtrieb begünstigt; Ilex aquifolium, Populus tremula, Quercus frainetto (Fagus moesiaca); Buxus, Daphne laureola, Ruscus hypoglossum et aculeatus. **Lianen:** Hedera, Smilax aspera, Tamus cretica. **K.:** Scilla bifolia, Melica uniflora, Cephalanthera rubra, Geum striatum, Melittis melissophyllum, Lathyrus venetus et niger.

e) Bodensaurer (moesischer) Quercus dalechampii-Wald (Zoller et al. 77)

An der Obergrenze des submediterran-subkontinentalen Trockenwaldes (Quercion frainetto) wird Quercus petraeae durch Quercus dalechampii ersetzt (intrazonale Art von Quercus pubescens). In den griechischen Rhodopen und in Thrazien werden von 400–1100 m sandige, skelettreiche, durchlässige Silikatböden (Quarzporphyr, Gneis, Glimmerschiefer) besiedelt. **B.:** (15–20 m) Quercus dalechampii, Qu. frainetto, Sorbus torminalis, Pinus nigra ssp. pallasiana, Acer campestre. Submediterranes Artengefüge mit Quercion pubescentis-Arten und kontinentalen Elementen: Festuca valesiaca, Phleum phleoides, Anthemis tinctoria. **K.:** Asplenium adiantum-nigrum, Genista carinalis, Potentilla micrantha. Auf tonreichen Böden Quercus cerris und Calamagrostis arundinacea. In Thrazien sogar eine Pinus brutia-Tieflagen-Ausbildung mit Phillyrea media, Erica arborea. Im Ossagebirge (400–700 m, Raus 80) edaphische Spezialgesellschaft (20 m) auf tiefgründigen Biotit-Braunerden zwischen Quercetum frainetto und Tilio-Castanetum.

f) Aesculus hippocastanum-Tilia platyphyllos-Schluchtwald

Beim Ossagebirge (700–900 m) auf skelettreichem Hangschutt sehr baumartenreiche Reliktbestände (20 m); Acer platanoides, Ulmus glabra, Taxus baccata, Acer hyrcanum, Fagus moesiaca. **St.:** Ilex aquifolium, Fraxinus ornus, Ostrya carpinifolia. **CA.:** Phyllitis scolopendrium, Arabis turrita, Geranium macrorrhizum, Stellaria nemorum ssp. glochidisperma, Vincetoxicum speciosum, Allium ursinum ssp. ucrainicum, Polygonatum multiflorum, Carpinus betulus (Reliktstandort). Juglans regia und Esche fehlen in der verarmten Gesellschaft, nicht jedoch am Pindus-Abfall.

g) Schwarzkiefernwald (Pinion nigrae ssp. pallasianae)

Die griechischen Schwarzkiefernwälder sind klimatisch, geologisch, edaphisch und soziologisch sehr heterogen (Debezac-Mavrom-Matis 71, Barbéro-Quézel 76). In der Tannenwaldstufe

wird die Schwarzkiefer von der Kimaxvegetation auf relativ trockene, steinige und sonnseitige Standorte abgedrängt und bildet azonale Dauergesellschaften. In tieferen Steillagen des Olymp und zunehmend im Peloponnes (ROTHMAHLER 43) baut Pinus nigra auf kalkarmem Schiefer (auf Kalk Abies cephalonica) und Serpentin (500–1500 m) eine mächtige, durch Brand erweiterte Stufe auf. Im Süden verlor Schwarzkiefer durch Kahlschlag, Brand und Weide Areal, im Norden hat Schwarzkiefer das Areal auf Kosten von Tanne und Eiche ausgedehnt.

Peloponnes-Schwarzkiefernwald (Abieti-Pinion, BARBÉRO et al. 77). In Südgriechenland (Parnon, Taygetos, Kyllini, Chelmos) kommen auf kalkarmen Schiefern (auch Kalk) teils reine, randlich (intermediärer Standort) mit Tannen gemischte Bestände vor (1000–1600 m). Zum großen Teil sind die von Tanne unterwanderten Bestände sekundär, da sich die Tanne in Schwarzkiefern-Ersatzgesellschaften sehr leicht verjüngt. Das Pinetum pallasianae ist überwiegend eine Pionier- oder Degradationseinheit des tiefmontanen Abietetum cephalonicae und deshalb in den stärker durch Kahlschlag oder Brand heimgesuchten Gebirgen häufiger als im geschlossenen Tannenwaldgebiet um Vytina (ROTH-MAHLER 43, REGEL 43); kennzeichnende Abieti-Pinion-Arten; Pinus nigra ssp. pallasiana, Prunus pseudo-armeniaca, Doronicum caucasicum, Huetia cynapioides ssp. macrocarpa, Luzula nodulosa, Phlomis samia, Crepis frasii, Lapsana communis, Neottinea intacta, Cerastium pedunculare, Lathyrus grandiflorus, Campanula trachelium ssp. athoa, Cardamine graeca.

Campanula stenosiphon-Gesellschaft (20 m) weit verbreitet im Parnon; Tanne nur selten im Nebenbestand. Submediterran bis tiefmontan kennzeichnen Iris cretensis, Cerastium pedunculare, Lathyrus digitatus; ferner Doronicum caucasicum, Campanula panormitanum, Castanea sativa, Galium rotundifolium. **Crataegus pycnoloba-Gesellschaft.** Submediterran bis 1500/1600 m in Kyllini verbreitet; Doronicum pentaphyllum, Astragalus parnassicus, Trifolium heldreichianum, Brachypodium pinnatum, Juniperus oxycedrus.

Olymp-Schwarzkiefernwald (Pelagonische Kette, Chamaecytiso hirsuti-Pinion pallasianae, BARBÉRO-QUÉZEL 76). Auf Dolomit und Serpentin kennzeichnen: Chamaecytisus hirsutus ssp. demissus, Genista lydia, Eryngium palmatum ssp. wiegandii. **Staehelina uniflosculosa-Gesellschaft** (Abb. 236). Submediterran (700–1300 m) an Dolomit-Steilhängen (700–1300 m). In tiefer Lage im Kontakt mit dem Quercetum ilicis, in höherer Lage mit dem Pinetum heldreichii. **B.:** Auch Laubbäume, Quercus pubescens, Ostrya carpinifolia, Fraxinus ornus (Fagus moesiaca, Abies borisii-regis, Taxus baccata). **S.:** Submediterrane Arten, Buxus sempervirens, Juniperus oxycedrus; unter 1000 m Arten der Quercus ilex-Macchie. **K.:** Große Staehelina-Herden, viele Labiaten; **CA.:** Salvia ringens, Chamaecytisus hirsutus ssp. demissus, Centaurea stoebe, Ferulago sylvatica, Cytisanthus radiatus, Eryngium palmatum, Genista lydia; einige Ostryo-Carpinion-Arten. **Sesleria cf. latifolia – Pinus nigra-Wald.** Auf Ophiolit (Kato Olympos) kennzeichnen diesen submediterranen Grassteppen-Schwarzkiefernwald (einzelne Tannen); Scorzonera austriaca, Daphne blagayana, Genista sericeus, Silene multicaulis, Thymus striatus, Lychnis viscaria var. atropurpurea, Ilex aquifolium, Fagus-Variante mit etwas Vaccinium myrtillus, Luzula sylvatica.

Zentralpindus-Schwarzkiefernwald. Submediterran auf Serpentin nur bis 1500 m, da über 1500 m im Nord-Pindus (Metsovon) Pinus heldreichii auftritt, während auf Flysch Buche reine Bestände aufbaut. Die heute reinen Serpentin-Gesellschaften mit Garigue-Heide-Unterwuchs haben analogen Artengehalt wie auf Ophiolit. In Krania-Grevena kommt Schwarzkiefer (3700 ha) bei mittleren Niederschlägen (700–1400 mm, Sommer 100 mm) auf tertiären Sedimenten, Peridotit, Serpentin und Gneis von 800–1800 m vor und bildet wüchsige, gutgeformte Bestände, deren Entwicklungsdynamik VERGOS (79) untersucht hat (Abb. 256).

Nordgriechische – Südmazedonische Ausbildung (vgl. HORVAT-GLAVAČ-ELLENBERG 74). Den Sorbus torminalis-Pinus nigra-Wald zwischen 900/1000–1400/1500 m kennzeichnen als azonale Dauergesellschaft: Juniperus oxycedrus, Trifolium medium ssp. balcanicum, T. alpestre, Sorbus graeca; ferner Buxus sempervirens, Brachypodium pinnatum, Pteridium aquilinum (Erica carnea; vgl. DAFIS 66). Vereinzelt dringt Pinus nigra noch in den montanen Daphne blagayana-Pinus heldreichii-Wald ein.

Schwarzkiefernwald auf griechischen Inseln. Auf Athos schließt ein kleinflächiger (1000–1300 m) Schwarzkiefernwald an den Flaumeichenwald an; Quercus pubescens, Acer monspessulanum, Fraxinus ornus, Berberis cretica. In Thasos-Ambelos (RECHINGER 42) bildet

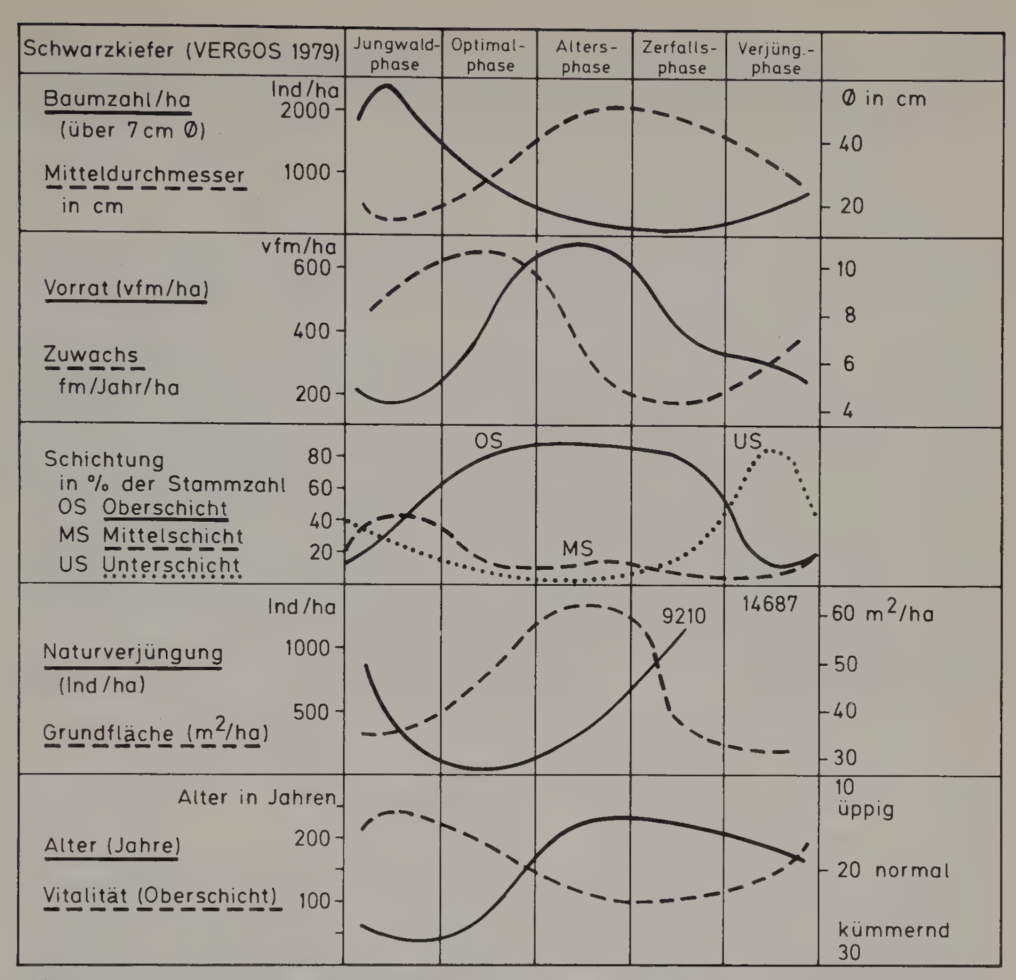


Abb. 256: Mediterran-montane Nadelwälder. Juniperus excelsa-Walddegradierungsstadium im Abies borisii-regis-Areal (Xeropotamos). Geschlossener, wüchsiger Pinus leucodermis-Klimaxwald (bei fehlender Tanne und Buche) am Olymp. Am Monte Pollino wird, von Gipfellagen abgesehen, Pinus leucodermis von wüchsigen montanen Schlußwaldstandorten auf extreme Steilhänge abgedrängt.

über der mediterranen Pinus brutia-Macchien-Stufe Pinus nigra eine schmale Höhenstufe (800–1000 m). S.: Prunus pseudoarmenica, Quercus pubescens ssp. anatolica, Quercus coccifera. K.: Dianthus hypochlorus, Scabiosa polycratis, Cynanchum canescens, Dactylis hispanica, Pteridium aquilinum, Galanthus elwesii, Scilla bifolia, Corydalis integra. Bei Pinus nigra bestehen verschiedene Ökotypen, da Thasos-Herkünfte schneebruchgefährdeter sind als die resistenten Pindus-Provenienzen.

2. Adriatische Hopfenbuchen-Orienthainbuchenwald-Zone

(Ostryo-Carpinion adriaticum)

Die dominierenden Orienthainbuchenmischwälder wurden anthropogen weitgehend vernichtet (Pollenprofil Mljet, Beug 77). In der nördlichen Unterzone geht das unterschiedliche Artengefüge auf das regenreiche, etwas kühlere Klima zurück, wodurch Quercus coccifera und die halbimmergrüne Zone fehlen. Submediterrane Braunerden bis verbraunte reliktische Roterden sind häufig

durch Erosion (geköpfte Profile) degradiert. Sehr differenziert ist die Verbreitung; beträchtliche Flächen beim Scutari-See, isolierte Karsttäler in der Herzegowina 70 km landeinwärts (bis 1000 m), im Norden nur eine schmale Zone (Velebit) in tiefen Lagen (250–700 m).

a) **Flaumeichen-Orienthainbuchenwald** (Carpinetum orientalis adriaticum)

Überwiegend niederwaldartiges Gestrüpp oder parkartige, lockere Gehölzgruppen; vereinzelt Wälder (Istrien, Neretvatal, Dubrovnik). Flaumeiche (22–25 m), auch Carpinus orientalis und Acer monspessulanum baumförmig (Trsteno-Park/Dubrovnik); Mischbaumarten: Quercus pubescens, Fraxinus ornus, Quercus cerris, Ostrya carpinifolia, Sorbus torminalis. Winterkahle Laubmischwälder auf Flysch und Schiefer sind wesentlich produktionskräftiger als immergrüne Hartlaubwälder durch die weniger ausgeprägte Sommerdürre. **CA.**: Helleborus multifidus, Acanthus longifolius, Petteria ramentacea. Gegenüber den Hopfenbuchenwäldern differenzieren in Tieflagen noch eumediterrane Arten: Ruscus aculeatus, Paliurus spina-christi, Asparagus acutifolius, Pistacia terebinthus, Clematis flammula. **S.**: Cornus mas, Cotinus coggygria. Die Vegetation erinnert an wärmeliebende Eichenmischwälder Europas. **Untergesellschaften** (BERTOVIĆ 75): In NO-Istrien ersetzen auf entkalkten Böden Lorbeerwälder zum Teil den Steineichenwald am Arealrand; immergrüne Differentialarten: Laurus nobilis, Quercus ilex, Rhamnus alaternus, Viburnum tinus, Smilax aspera. Carpinus betulus in bodenfrischeren Karstdepressionen (Sanicula europaea, Phyllitis scolopendrium). Kontinentale Punica granatum-Ausbildung am Scutari-See. Südlichste Petteria ramentacea-Subassoziation (Quercus trojana, Trifolium dalmaticum, Crocus visiani). Die Mannigfaltigkeit ist noch ausgeprägter als in der ägäischen Zone durch Übergänge zum subkontinentalen und mitteleuropäischen Wald.

b) **Submediterraner-submontaner Hopfenbuchenwald**
(Seslerio autumnalis-Ostryetum)

In höheren Lagen stocken Ostrya carpinifolia-Wälder ohne Flaumeiche bei Dominanz von Sesleria autumnalis und Kontakt zum Blaugras-Buchenwald. Durch Niederwaldbetrieb oder Beweidung meist degradiert. Die klimazonale Waldgesellschaft ist nur im Norden (slowenischer Karst) flächig verbreitet; 250–900/1100 m, schattseitig oft nur bis 600 m. Gegen Süden wird die Stufe immer schmäler. Der sehr artenreiche (30–40 Baum- und Straucharten) illyrische Karstbuschwald (BECK VON MANNAGETTA; 8–15 m, meist nur 3–6 m hoch) hat mit dem Flaumeichen-Orienthainbuchenwald eine ähnliche Bodenvegetation: Ostrya carpinifolia, Sesleria autumnalis, Paeonia peregrina, Asparagus tenuifolius, Aristolochia pallida, Mercurialis ovata, Spiraea ulmifolia; mit dem Carpinetum orientalis verbindende Kennarten: Fraxinus ornus, Celtis australis, Prunus mahaleb, Pyrus amygdaliformis, Acer monspessulanum, Coronilla emeroides, Colutea arborescens, Helleborus istriacus, Cotinus coggygria. Zahlreiche klimabedingte Abwandlungen: Tiefere Lagen mit Orienthainbuche und Quercus ilex, mittlere mit Flaumeiche, obere Lagen mit Traubeneiche; extrazonal an Sonnseiten mit Mehlbeere und Fagus sylvatica. Die Carpinus betulus-Ausbildung in nährstoffreichen Dolinen ist besonders wüchsig (HORVATIĆ 57). Ferner Ausbildung mit Spartium junceum in Tieflagen (WRABER 67), außerdem mit Pistacia terebinthus, Quercus cerris, Hacquetia epipactis. Im Piva-Tal (Montenegro) an der Grenze zur Buchenstufe der Baumhasel-Hopfenbuchenwald (Corylo colurnae-Ostryetum carpinifoliae, BLEČIĆ 58).

c) **Quercetum frainetto**(FUKAREK 66, BARBÉRO et al. 77)

Noch unter abgeschwächtem, submediterranem Klimaeinfluß stockt die Gesellschaft im Narenta-Tal (Hercegovina). **B.**: Quercus frainetto (Quercus cerris, Sorbus torminalis). **S.**: Carpinus orientalis (Fraxinus ornus, Cornus mas). **K.**: Sesleria autumnalis, Lathyrus venetus,

Prunella laciniata, Thymus longicaulis, Bromus erectus, Agrimonia eupatoria, Filipendula hexapetala, Veronica spicata. Ausbildung mit Paliurus spina-christi und Quercus pubescens auf Kalk bei warmem Mediterranklima (Pyrus amygdaliformis, Genista dalmatica, Quercus trojana, Celtis australis). Cotinus coggygria- und Ostrya carpinifolia-Einheiten auf Dolomit bei mildem Submediterranklima (Helleborus macranthus, Potentilla glauca, Cytisus decumbens, Cyclamen neapolitanum).

d) Extrazonale und azonal mesophile Laubwälder des slowenischen Küstenlandes (Wraber 67)

Carpinetum orientalis croaticum: In Slowenien fragmentarisch auf sauren Flyschböden mit Carpinus orientalis, Pistacia terebinthus, Paliurus australis, Asparagus acutifolius, Clematis flammula, Helleborus multifidus. Das **Paliuretum adriaticum**-Gebüsch ist ein typisches Degradationsstadium.

Submediterraner Eichen-Kastanienwald (Querco-Castanetum, Wraber 54, 67). Die an entkalkte Rotlehmböden gebundene Einheit des slowenischen Küstengebietes besitzt meist aufgelichtete und degradierte Restbestände von Castanea sativa (wüchsig) und Quercus petraea mit mesophilen und azidophilen (stärker verarmt) Arten: Genista germanica, G. pilosa, G. tinctoria, Genistella sagittalis, Luzula luzuloides, Calluna vulgaris. Erica carnea auf weniger degradierten Böden; bei Genista-Dominanz stärker verarmt. Alnus glutinosa auf grundfeuchten Flyschböden; auf der Insel Cres (100–400 m) auf Bauxit (Anić 53). Keine Ähnlichkeit mit Tessiner Kastanienwäldern. **Seslerio autumnalis-Quercetum petraeae** auf kollinen, mesophilen, mäßig acidophilen Standorten der Triestiner Bucht, nicht aber im Karstdolinen-Wald. Zwischen Ostryo-Carpinion orientalis und Quercion robori-petraeae stehend mit Neigung zum Quercion pubescenti differenzieren Knautia drymeia (frisch, Nordexposition) und Calluna (verarmt und degradiert).

Asaro-Carpinetum betuli (Lausi 64). Dauergesellschaft in Triestiner Karstdolinen mit Vegetationsstufenumkehr; **CA.:** Carpinus betulus, Asarum europaeum, Anemone nemorosa. **Mesophiler Traubeneichen-Hainbuchenwald** (Querco-Carpinetum betuli submediterranum). Im Küstenhinterland von Slowenien, Kroatien, Montenegro existieren in trichterförmigen, langgestreckten Karsttälern mit Sonderstandorten (nächtliche Ausstrahlung, Kaltluftansammlung) und basen- wie lehmreiche Böden wüchsige, dicht geschlossene Mischwälder aus Quercus petraea, cerris und pubescens, Carpinus betulus und orientalis (Acer pseudoplatanus, platanoides, campestre, obtusatum) mit illyrischem Unterwuchs. Wegen der fruchtbaren Böden größtenteils gerodet. **Submediterraner Stieleichen-Hainbuchenwald** auf vergleyter Braunerde bei Motovun (100–200 m, Bertović 75); 15–30 m hohe Baumschicht (Fraxinus parvifolia, Ulmus minor). **K.:** Primula vulgaris, Hedera helix, Viburnum opulus, Carex pendula, Carex sylvatica, Aegopodium podagraria. Flaumeichenwald-Elemente: Ruscus aculeatus, Ligustrum vulgare.

e) Dalmatinischer submediterraner Schwarzföhrenwald (Junipero nanae-Pinetum dalmaticae, Horvatić 58, Domac 65)

Im Biokovo-Gebirge stocken im submediterran-montanen Laubmischwald-Gebiet Schwarzkiefernwaldrelikte auf sonnseitigen Standorten mit Juniperus communis ssp. nana (1100–1400 m). Kaum eine Art verbindet mit den Erica-Schwarzkiefernwäldern. Wohl zu Beginn der Entwaldung erfolgte eine Ausbreitung der Schwarzkiefer auf den Inseln Brač, Hvar, Peljesac in mediterranen Hartlaub-Degradationsstadien, speziell auf Brandflächen als Pionier. Vegetation: Erico-Rosmarinetum- und Orno-Quercetum ilicis-Arten (Phillyrea latifolia). Wie die geringwüchsigen (10/13 m) Bestände beweisen, dürfte es sich um nahezu verlöschende, hochmediterrane Relikte gehandelt haben. Das Polygalo-Pinetum submediterranum (Anić 57) stockt azonal auf steilen sonnseitigen Dolomitstandorten (Borova Draga, Obruč) auch in Montenegro (Blečić 58). Die meisten Pinus nigra-Bestände sind anthropogen bedingte Degradationsstadien auf klimazonalen Laubwaldstandorten (Brandspuren im Boden, Gračanin 62).

III. Mediterran-montane Bergwaldstufe (Abb. 257)

1. Nordgriechisches Buchen- und Tannen-Buchenwaldgebiet
(Fagion hellenicum)

Durch große Massenerhebung des Pindusgebirges (2000–2600 m) sind die montanen Standorte niederschlagsreicher und weniger sommertrocken als im Süden (Peloponnes), wodurch mesophile Buchen-Tannenwälder der Dinariden, ja sogar Fichte noch Nordgriechenland erreichen. Sämtliche von Zoller-Geissler-Athanasiadis (77) untersuchten Buchenwaldgesellschaften zeigen reichen Lobarion-Epyphytenwuchs, der auf ständig hohe Luftfeuchtigkeit (Wolkenwaldklima) und ausreichende Sommerniederschläge hinweist.

Klimazonaler und extrazonaler Buchenwald: Das noch zusammenhängende, klimazonale nordgriechische Areal löst sich gegen Süden in zahlreiche Inseln bis zur Verbreitungsgrenze in Mittelgriechenland auf. Ehemals war das durch den Menschen eingeengte natürliche Areal größer und geschlossener. Der Buchenwald ist besonders in tiefen Lagen an lokalklimatische und edaphisch feuchtere extrazonale Standorte (Schattseiten, eingeschnittene Täler) gebunden.

Höhenausbildungen des Buchenwaldes (Fagion hellenicum) auf Schatthängen mit Silikat- und Flyschgestein (Chalkidike, Ossa, Pelikon, Pindus) im südöstlichen Grenzbereich der Buche (Horvat-Glavač-Ellenberg 74, Dafis 73, Zoller et al. 77, Barbéro-Quézel 76).

○ **Submontanes Fagetum moesiacae-orientalis hellenicum.** 400–900 m, Castanea vesca, Sorbus torminalis, Hedera helix, Physospermum cornubiense, Ilex aquifolium. Kolline Querco frainetto-Fagetum moesiacae-Arealrandgesellschaft (Raus 80).

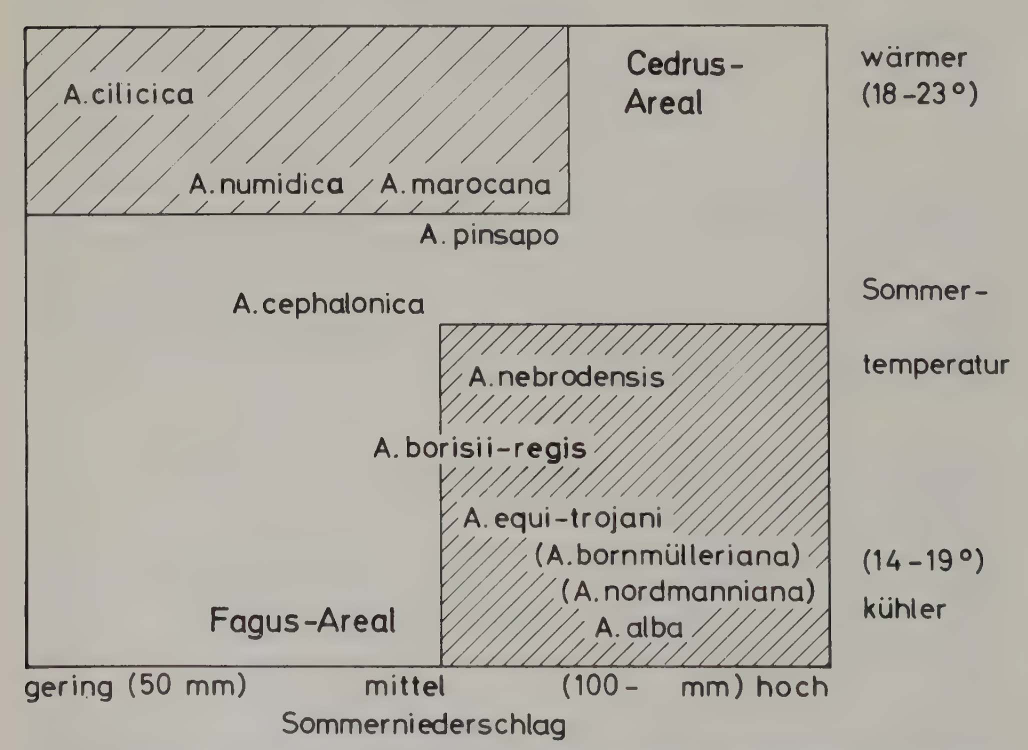


Abb. 257: Hygrische und thermische Standortsbedingungen während der Vegetationszeit im Areal mediterran-montaner Tannenarten. Fagus und Cedrus grenzen die Vorkommen ab. Humide Arten (Abies alba, A. nebrodensis) unterscheiden sich von semiariden (Abies maroccana, A. cilicica) deutlich. Abies cephalonica und A. pinsapo nehmen eine semihumide bis semiaride Zwischenstellung ein (Mayer 80).

- **Tiefmontanes Fagetum moesiacae hellenicum.** 800–1600 m, Luzula sylvatica, Hieracium sylvaticum, Scilla bifolia.
- **Hochmontanes (subalpines) Fagetum sylvaticae hellenicum.** 1500–1800 m (Waldgrenze), Abies borisii-regis, Rubus idaeus, Cardamine pectinata, Senecio fuchsii, Veratrum nigrum, Myosotis sylvatica.

Die drei Buchenarten treten bei gleitenden Übergängen im Mischungsbereich in spezifisch ökologischen Schwerpunkten des Fagetums auf: Orientalis tiefmontan (stets mit moesiaca gemischt), moesiaca montan, während die hinsichtlich Feuchtigkeit anspruchsvollere sylvatica sich nur hochmontan durchsetzen kann.

Kenn- und Trennarten des Fagion hellenicum: Abies borisii-regis, Doronicum caucasicum, Galium laconicum, Lathyrus venetus, Heleborus cyclophyllos. Noch reichlich mitteleuropäische Arten: Galium odoratum, Neottia nidus-avis, Dentaria bulbifera, Sanicula europaea, Prenanthes purpurea (auch Festuca drymeia). Euphorbia amygdaloides im Süden mit auffallend weiter Amplitude.

Tanne im Fagion hellenicum: Abies alba tritt nur im äußersten Nordwesten und so selten auf, daß sie nicht gesellschaftsprägend wie Abies borisii-regis ist. Die Boris-Tanne ist mit Schwerpunkt mittel- und hochmontan bis an die Waldgrenze (Süden) verbreitet, im Gegensatz zu den Apenninen, wo Abies alba durch die Buchenkonkurrenz tief- bis mittelmontan abgedrängt wird, wodurch hochmontan reine Buchenwälder entstehen, die schon in Mittelgriechenland fehlen. In Nordgriechenland treten auf allen geologischen Unterlagen* mittel- bis hochmontane Tannen-Buchenwälder auf (Abieti borisii-regis-Fagetum), häufig von labilem Gesellschaftsgefüge. Rasche Entmischung zu reinen Buchen- und Tannenwäldern ist gegen Süden typisch (Abb. 258). In den Kentriki-Rhodopen (STEIN 76, BÖR 80, Zangradenia) kommt noch ein Fichten-Tannen-Buchen-Urwald von mitteleuropäischem Charakter mit ausgezeichneter Wuchsleistung vor; Tanne bis 48 m (18 Vfm), Fichte bis 53 m (23 fm).

Ökologische Gliederung: Wie im mitteleuropäischen Zentrum und im Apennin prägen auch in Nordgriechenland analoge Gruppen den Buchenwald-Gesellschaftskomplex (ZOLLER et al. 77): Cephalanthero-Fagion, Dentario- und Galio odorati-Fagion, Luzulo-Fagion.

a) Kalk-Buchenwald

Orchideen-Kalk-Buchen-(Tannen-)Wald (Cephalanthero damasonii-Fagetum hellenicum, ZOLLER et al. 77). Auch Orchideen-Buchen- und Tannenwälder reichen auf Kalk montan (700–1100 m) bis nach Nordgriechenland herein (Athos, Olymp). Kennzeichnend in der Baumschicht Fagus orientalis und Abies borisii-regis (15–25 m). **CA.:** Cephalanthera rubra, C. longifolia. Zahlreiche wärme- bzw. lichtbedürftige Arten: Ostrya carpinifolia, Quercus pubescens, Coronilla emeroides. Differenzierende südosteuropäische Arten: Physospermum cornubiense, Aremonia agrimonioides. Reichlich Mullhumus-Bewohner: Neottia nidus-avis, Melica uniflora. Die geringere Resistenz der Rendzina-Buchenwälder gegenüber anthropogenem Einfluß erklärt das gegenwärtig geringe Vorkommen. Der dalmatinische Karst-Buchenwald (Seslerio autumnalis-Fagetum) gehört zum Fagion illyricum.

Typischer Zahnwurz-Kalkbuchenwald (Dentario bulbiferae-Fagetum, ZOLLER et al. 77). Auf frischen Kalkstein-Braunlehmböden mit Dentaria bulbifera, Prenanthes purpurea, Melica uniflora, Epipactis helleborine, Physospermum cornubiense. Mercurialis perennis-ovata-Teppiche dominieren, wobei wärmeliebende und azidophile Arten fehlen. Fagetalia-Krautschicht gut entwickelt. Bezeichnende Gesteinsmoose: Tortella tortuosa, Ctenidium molluscum, Encalypta contorta; Olymp, Priona-Solutas.

Physospermum aquilegifolium-Buchenwald (BARBÉRO-QUÉZEL 76). Die Ostryo-Carpinion-Gesellschaft mit balkanischem Verbreitungszentrum kommt 500/700–1300/1500 m flächig in küstennäheren Gebirgen (Ossa, Olymp, Vernon) auf Kalk bis Dolomit (verbraunte Rendzina-meridionale Braunerde) vor. Thermophiler Flaumeichenwaldeinfluß: Daphne laureola, Laserpitium trilobum, Knautia ambigua, Polygonatum odoratum. Olymp-Ausbildung mit Juglans regia, Taxus baccata, Ilex aquifolium. Tiefere Buxus sempervirens-Fazies. Beim Zurücktreten von Buche

gewinnen Ostrya carpinifolia, Quercus pubescens und Sesleria autumnalis Raum; Pinus heldreichii-Fazies. Auf ähnlichen Schiefer-Standorten submediterrane Laubmischwaldfragmente mit Ostrya carpinifolia, Carpinus orientalis, Quercus pubescens.

b) Braunerde-Buchenwald

Montaner Waldmeister-Braunerde-(Tannen-)Buchenwald (Galio odorati-Fagetum, ZOLLER et al. 77). An der Buchen-Südgrenze werden mit Schwerpunkt tiefgründige, vorratsfrische Flysch- und Silikat-Schieferstandorte besiedelt (HORVAT-GLAVAČ-ELLENBERG 74). Auf mineralkräftigen Mullhumus-Braunerden ist der Waldmeister-Buchenwald auf Vulkanit entwickelt (Rhodopen), in höheren Lagen auch zonal (700–1800 m, Cholomon; Ossa 100–1300 m, RAUS 80). Die Wuchsleistung von Fagus sylvatica ist auf frischen Schattseiten nur bei guter C- und N-Versorgung mit 30–35 (40) m ausgezeichnet (SMIRIS 80). Vital entwickelte Fagetalia-Krautschicht mit überwiegend mitteleuropäischen Arten: Hordelymus europaeus, Sanicula europaea, Dentaria bulbifera. Kennzeichnend vikariierende Sippen: Festuca drymeia, Lathyrus venetus, Pulmonaria rubra, ausgeprägter Symphytum ottomanum und Doronicum orphanidis. Urwaldartige Buchreinbestände in den Rhodopen und im Voras-Gebirge (SMIRIS 80) haben eine plenterartige Durchmesserverteilung, zwei- bis mehrschichtig und gruppen- bis horstweise ungleichartig. Nur auf weniger wüchsigen, sandigen, sonnseitigen Moderstandorten (Süd- und Westexposition) mit reduzierter Konkurrenzkraft der Buche (25–30 m) kann sich Abies borisii-regis behaupten.

Hochmontaner Geranium striatum-Fagus sylvatica/moesiaca-Wald (BARBÉRO-QUÉZEL 76, DAFIS 75). Am Olymp und bis in den südlichen Pindus auf Flysch-Braunerde verbreitet. Enge Verwandtschaft zum Südapennin-Buchenwald: Geranium striatum, G. flexuosum, Campanula trichocalycina, Lilium calcedonicum, Helleborus cyclophyllus, Ranunculus brutius, Scrophularia scopolii var. grandidentata, Campanula abietina. **CA.:** Athyrium filix-femina, Cardamine glauca, Geranium reflexum, Cardamine pectinata, Allium ursinum, Dentaria bulbifera, Galium odoratum, Saxifrage rotundifolia. Kontakt zum Abies borisii-regis-Wald, auf Serpentin (Metsovon) zum Pinus nigra-Wald.

c) Bodensaurer Moder-(Tannen-)Buchenwald (Luzulo-Fagion)

Nordgriechisches Luzulo luzuloidis-Fagetum). Nur im Norden (Voras, Lailias, Südrhodopen, Athos-Karye) kommt auf Granit, Quarzporphyr und sauren, kristallinen Schiefern mit Moderbraunerden speziell auf Kuppen und Oberhängen ein relativ wüchsiges Luzulo-Fagetum vor (25–35 m), z.T. mit Abies borisii-regis und in den Rhodopen mit Picea abies (Urwald Kentriki). **CA.:** Luzula luzuloides, L. sylvatica, Corallorhiza trifida, Avenella flexuosa, Veronica officinalis. Regelmäßig die mitteleuropäische, hochmontan-subalpine Luzula luzulina.

Ägäisches Luzulo sylvaticae-Fagetum moesiacae BARBÉRO-QUÉZEL 76). Auf der ägäischen Küstenkette (400–1300 m, Ossa, RAUS 80; Olymp 100–1500 m, Pelion) Buchenwald (25–30 m) mit Fagus moesiaca, tiefmontan mit Fagus orientalis gemischt. auf Moder-Parabraunerden; Serpentin, metamorphe Gesteine. Bodensäurezeiger: Galium rotundifolium, Pyrola-Arten (uniflora, secunda, chlorantha), Monotropa hypopitys, Luzula sudetica, Oxalis acetosella, Mycelis muralis, Doronicum caucasicum, Vaccinium myrtillus-Einheit in Ost-Thessalien (RAUS 80). Zwischen 1000–1300 m auf Rohhumus-Podsol-Braunerde schlechtwüchsige Buche (Abies borisii-regis) mit Dicranum scoparium, Luzula sylvatica, Prenanthes purpurea. Sickerfeuchte Ruscus hypoglossum-Ausbildung (Polystichum setiferum). Am Ossa (1000–1300 m) montanes Abieti borisii-regis-Fagetum moesiacae (RAUS 80) auf geringerwüchsigen Standorten, wo die Konkurrenzkraft der Buche gemindert wird (DAFIS 75). Montane Kennarten: Festuca drymeia, Solidago virgaurea, Silene multicaulis ssp. genistifolia, Euphorbia heldreichii (ersetzt vom Olymp südlich Eu. amygdaloides. Im Nord-Pindus noch ein artenarmer Adoxa moschatellina-Buchenwald ohne Vaccinium und Pyrola.

Submediterran- bis tiefmontaner Eichen-Buchenwald
(Querco frainetto-Fagetum moesiacae, RAUS 80)

Zwischen 600–800 m an Schattseiten auf Silikat alternierende Arealrandgesellschaft mit dem sonnseitigen Huetio-Quercetum frainetto. CA.: Sorbus torminalis, Physospermum cornubiense, Helleborus cyclophyllus, Poa sylvicola, Festuca heterophylla. Im Pelagonischen Küstengebirge (1100–1400 m, BARBÉRO-QUÉZEL 76) kennzeichnen auf Ost- und Westhängen: Digitalis ambigua, Siphonostegia syriacum, Pteridium aquilinum, Veronica chamaedrys, Doronicum caucasicum.

d) Azonaler Laubwald im Fagion hellenicum-Areal

Mösischer Hochstauden-Bergahorn-Buchen-Fichtenmischwald
(Aceri pseudoplatani-Fagetum moesiacum)

Inselartige Dauergesellschaft an feuchten, hochmontanen Sonderstandorten in den griechischen Rhodopen. Der durch Cicerbita alpina charakterisierte Hochstauden-Mischwald mit bereits deutlich verarmter Artengarnitur: Polygonatum verticillatum, Ranunculus platanifolius, Saxifraga rotundifolia, Veratrum album, reichlich Farne (Polystichum aculeatum, Dryopteris filix-mas).

Tiefmontaner Hirschzungen-Linden-Schluchtwald (Phyllitido-Tilietum, Lunario-Acerion hellenicum, ZOLLER et al. 77)
Den mitteleuropäischen Hirschzungen-Ahornwald ersetzt als isoliertes Randvorkommen eine extrazonale Dauergesellschaft mit Tilia platyphyllos, Ulmus glabra. Der Schluchtstandort oberhalb Litochorion (600 m) am Olymp ist umgeben vom Cephalanthero-Abietetum borisii-regis und Staehelino-Pinetum pallasianae. Im Nebenbestand Taxus baccata, Ilex aquifolium, Acer hyrcanum, A. obtusatum; in der Krautschicht reichlich Phyllitis scolopendrium; ferner Polystichum setiferum, Asplenium onopteris, Ruscus hypoglossum, Saxifraga rotundifolia, var. hirsuta. Reichlich Kalkfels-Moose: Neckera crispa, Thamnium alopecurum, Ctenidium molluscum, Cirriphyllum crassinervium.

e) Griechischer Rhodopen-Fichtenwald (Luzulo luzuloidis-Piceetum moesiacum)

Bis an die südliche Arealgrenze baut die Fichte subalpine Klimaxwälder (1300–1600 m) nicht nur auf nährstoffärmeren, silikatischen Unterlagen (Quarzdiorit) auf, sondern auch auf mineralkräftigem Vukanit (ZOLLER et al. 77). Die wüchsigeren Böden entsprechen dem analogen Melico- bzw. Oxali-Piceion (MAYER 76). Wuchskraft und Verjüngung der Fichte sind auf Nordhängen gut (30–40 m; ALEXANDRIS 74). Relativ wenige, nicht optimale Zwergsträucher: Vaccinium myrtillus (V. vitis-idaea); ferner Luzula luzulina, Orthilia secunda, Peltigera aphthosa. Lückiger Moos-Teppich: Pleurozium schreberi, Hylocomium splendens. Dazu reichlich Laubwald-Mullhumus-Bewohner: Euphorbia amygdaloides (auffallend weite Amplitude), Epilobium montanum, selbst Aremonia agrimonioides, Melica uniflora. Die sommerliche Trockenheit wird durch reichliche Gewitterregen gemildert, wie auch die Leber-Moos-Mikroassoziationen auf morschem Holz belegen: Lophocolea heterophylla, Jungermannia lanceolata, Cephalozia catenulata. Das randliche Vorkommen am Rhodopen-Südabfall steht im Kontakt zum flächigen in den moesischen Rhodopen. Es liefert jährlich 20000 fm Nutzholz.

f) Nordgriechischer Pinus sylvestris-Wald

Hochmontan bis zur Waldgrenze kommt Pinus sylvestris noch im Lailias- und Voras-Gebirge auf Silikat vor. Wie in den Rhodopen sind durch Brand, Nutzung und Weide Buche und Tanne (Fichte) durch die Lichtbaumart ersetzt worden; allenthalben Regenerationsstadien zum Fagion-

Klimaxwald. Nach ZOLLER (et al. 77) stocken in der Urwaldlandschaft von Mavri-Petra (Xanthi) natürliche Pinus sylvestris-Wälder auf tonarmen, quarzitreichen Extremstandorten, die sich auf trockenen Kuppen (Ranker) gegenüber Buche behaupten können. In den Rhodopen kommen extrazonale Pinus sylvestris-Dauergesellschaften hochmontan (über 1300 m) im Fagion-Areal vor. Sie weiten ihr Areal mit der Höhe aus, wo Picea abies, Pinus peuce oder leucodermis fehlen und prägen lokal die Waldgrenze (Lailias-Gebirge, 1650 m, VOLIOTIS 76). 15–20/25 m hohe Kiefernbestände mit etwas Fagus sylvatica-Nebenbestand; bezeichnend: Vaccinium myrtillus, Calamagrostis arundinacea, Avenella flexuosa und Luzula luzuloides, neben Pleurozium schreberi, Dicranum scoparium, lokal auch Arctostaphylos uva-ursi und Bruckenthalia spiculifolia.

g) Griechischer Daphne blagayana-Pinus leucodermis-Wald

In Nordgriechenland kommt die Panzerkiefer im Gramos-Pindus-Vermion- und Ali-Botus-Gebirge und am Orvilos von 1350/1500–1900 m vor (PAPAIONNOU 57) Bei mittel-montanen, trockenen Lagen besteht Kontakt zu Pinus nigra (Fagus moesiaca). An der Olymp-Ostseite bildet die Panzerkiefer eine mächtige Höhenstufe von 1600–2200 m (MAYER 82). Hochmontan sind geschlossene, wüchsige Bestände (25–30 m, 1–2 m ∅) typisch. Zwischen 2200–2500 m markiert eine legföhrenähnliche Ausbildung die Waldgrenze, die anthropogen bedingt gedrückt ist. Im Pindus baut die Panzerkiefer eine ausgedehnte hochmontane Vegetationsstufe auf, während im tiefmontanen Tannen-Buchenareal nur kleinflächige, standortsextreme Dauergesellschaften auftreten; auf Dolomit auch in offenen Rasengesellschaften (Eryngion-Bromion). Bei Mesovon-Smolikas (1400–2000/2200 m, BARBÉRO-QUÉZEL 76) kennzeichnen: Buxus sempervirens, Peltaria emarginata, Minuartia baldacci, Betonica scardica, Genista sericea. Ferner Vaccinium myrtillus, Lilium balcanicum, Galium rotundifolium, Luzula luzulina, Sorbus mougeotii.

2. Griechischer Tannenwald (Abb. 258, 259)

Mediterran-montaner Tannenwald (MAYER 80). In mediterranen Gebirgen sind mehr oder minder gut unterscheidbare Abies-Arten disjunkt verbreitet als Folge von eiszeitlichen Wanderungsbewegungen entwicklungsgeschichtlich bedingt, z.B. bei systematisch nahe verwandten Arten: Abies alba und nebrodensis, Abies pinsapo und marocana, Abies borisii-regis (alba × cephalonica), Abies equi-trojani (Abies bornmülleriana × borisii-regis). Schon prädiluvial muß die Differenzierung zwischen Abies alba, pinsapo, cilicica und cephalonica entstanden sein.

Vegetationskundlich kennzeichnen reine Wälder mit differenziert abgestuftem mitteleuropäischem Einfluß, der in folgender Reihenfolge zurückgeht: Abies alba, A. borisii-regis, A. equi-trojani. Nur noch sporadisch sind mitteleuropäische Buchenwaldarten im Areal von Abies pinsapo, marocana, reliktisch selbst numidica, zu finden. Abies cephalonica- und mehr noch Abies cilicica-Wälder haben mit Fagion-Gesellschaften keinerlei Verwandtschaft mehr. **Klimatisch** lassen sich die Tannen-Areale weniger nach dem Jahresniederschlag als vielmehr nach mäßig trockener, frischer und feuchterer Vegetationszeit gliedern (Abb. 257). Dabei erhöht sich von Norden nach Süden mit Abnahme des Niederschlages die Vegetationszeitwärme.

a) Abies borisii-regis-Wald (Abietetum borisii-regis)

Abies borisii-regis, im Übergangsbereich von Abies alba und Abies cephalonica, nimmt in Nord- und Mittelgriechenland die größte Tannenfläche ein und greift zum Teil nach Südbulgarien über. Von 1000–1700 (600–1900) m werden überwiegend Kalksteinbraunlehm- und Flyschstandorte besiedelt. Durch die größere Massenerhebung des Pindusgebirges und die randliche Lage ist das Montanklima niederschlagsreicher und bereits sommerfeuchter, aber noch winterkälter und schneereicher als bei der südgriechischen Abies cephalonica. Die strukturell uniform erscheinenden Tannenwälder sind geologisch, klimatisch und vegetationskundlich stark differenziert (BAR-

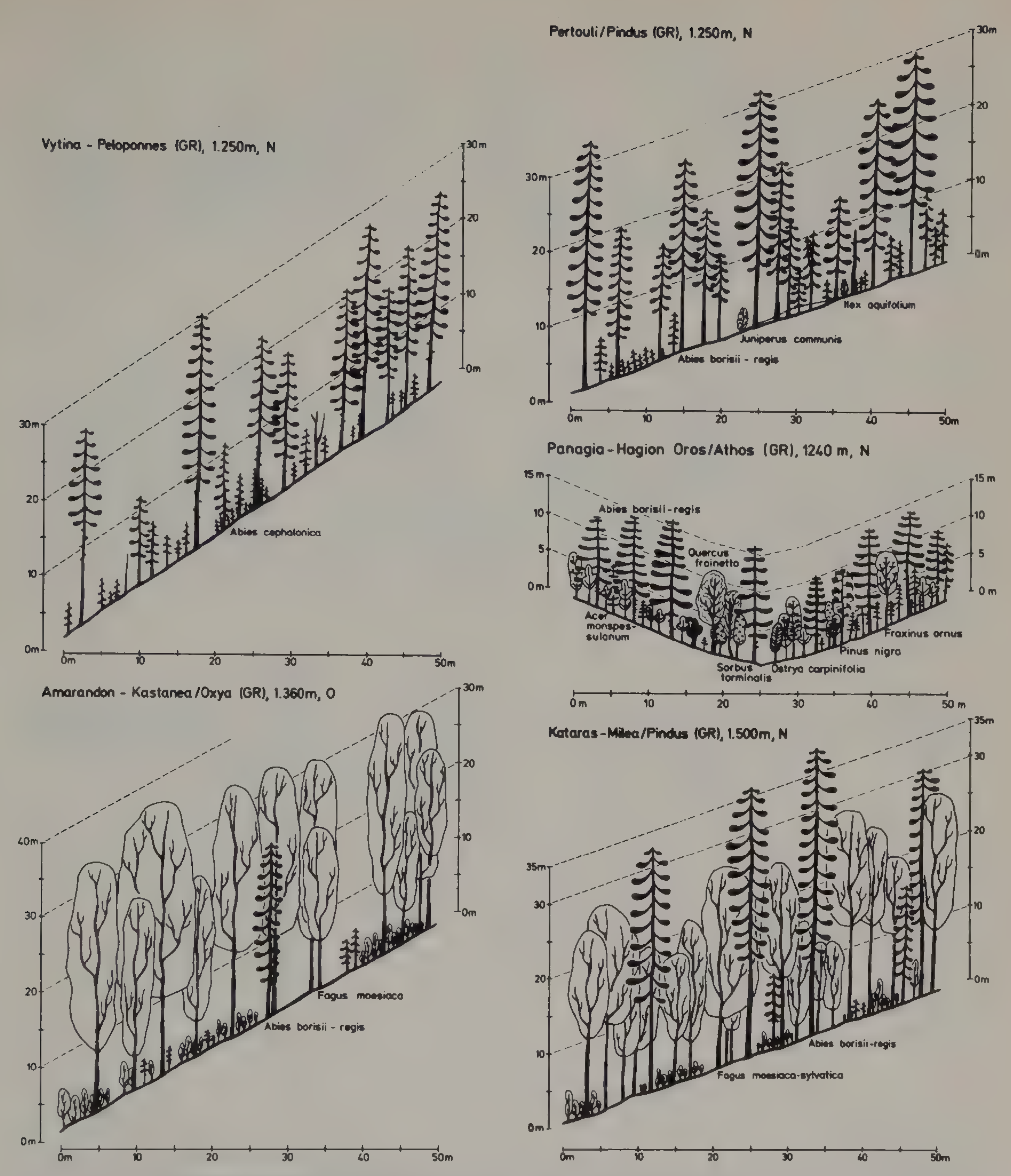


Abb. 258: Griechische Buchen-Tannen-Wälder. Im feuchten Norden dominiert in tieferen Lagen Fagus moesiaca, in wüchsigeren Mulden ist Abies borisii-regis nicht konkurrenzkräftig (Oxya). Selten ist das Abieti-Fagetum strukturstabil (Kataras). Auf verkarstetem Kalk (Athos) ist die griechische Tanne geringwüchsig. Sowohl im buchenfreien Areal von Abies borisii-regis (Lehrwald Pertouli) als auch bei A. cephalonica (Vytina) dominieren strukturnachhaltige Plenterwälder.

Béro-Quézel 76) mit humiden buchenreichen Mischbeständen im Norden und semiariden Reinbeständen in Mittelgriechenland.

Tiefmontaner Campanula abietina-Abies borisii-regis-Wald. Die buchenwaldnahe Klimaxgesellschaft auf schattseitigen, kalkarmen Flyschstandorten (1000–1600 m) mit Mullbraunerden im Zentralpindus (Trikkala-Joannina) kennzeichnen: Helleborus cyclophyllus, Huetia cynapioides ssp. cynapioides, Geranium striatum, Hieracium abietinum, Veratrum nigrum, Lilium chaledonicum, Ranunculus brutius, Scrophularia scopolii. Fagion-Arten: Sanicula europaea, Dentaria

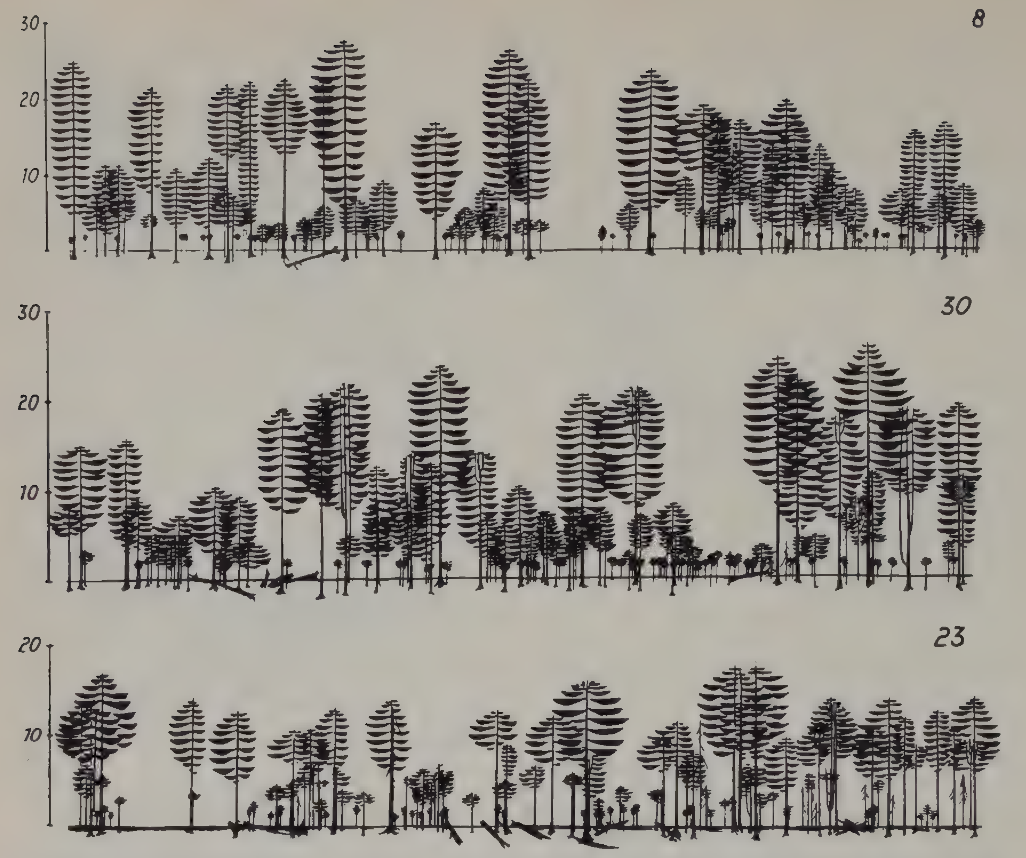


Abb. 259: Typische griechische Tannen-Plenterwald-Beispielsbestände mittlerer Vorratshaltung für wüchsige (8), mittelleistungsfähige (30) und geringwüchsige (23) Standorte (PANAGIOTIDIS 65). Geringwüchsigere Typen mit Geranium lucidum dominieren im Abies cephalonica-Areal.

	Oberhöhe	Vorrat	Zuwachs
8 Galium odoratum-Typ	22,6 m	312 Vfm	10,3 Vfm
30 Sanicula-Typ	21,2 m	237 Vfm	6,5 Vfm
23 Geranium lucidum-Typ	16,0 m	210 Vfm	3,7 Vfm

bulbifera, Galium odoratum, Doronicum caucasicum, Galium rotundifolium, Aremonia agrimonioides. Buche fehlt oder nur im Nebenbestand; labile Fagus-Variante. Im niederschlagsreichen Pindus über 1500 m und in Mulden erfolgt über ein kleinflächiges, strukturlabiles Abieti-Fagetum rasch der Übergang zum Abietetum borisii-regis, bzw. zum Fagetum moesiacae; Abies-Variante. Bei Hochlagen mit häufiger Nebelbildung artenreiche Epiphyten-Flechtenvegetation (ZOLLER et al. 77): Usnea-Arten, Lobaria pulmonaria, Radula complanata; mediterrane Arten: Habrodon perpusillus, Parmeliella plumbea.

Montaner (Aesculus hippocastanum-)Abies borisii-regis-Wald. Überwiegend auf Kalk im Zentral-Pindus (1300–1600 m) im Kontakt mit dem Campanulo-Abietetum. **CA.:** Euonymus latifolia, Astragalus glycyphyllos, Daphne laureola, Cnidium orientale. Auftretende Ostryo-Carpinio-Arten belegen die soziologische Zugehörigkeit: Ostrya carpinifolia, Coronilla emerus, Acer monspessulanum, Sorbus graeca, Prunus mahaleb, Fraxinus ornus, Carpinus orientalis, Acer obtusatum, Colutea arborescens. Auch Orchideen-Weißtannenwälder mitteleuropäischen Gepräges (ZOLLER et al. 77).

Bodensaure Tannenwälder (15–20 m) im Ossa (RAUS 80) sind durch Weide aufgelockert. Sie können sich im Regenschatten des Ossa durch geringere Buchen-Konkurrenzkraft entwickeln.

CA.: Ilex aquifolium, Poa nemoralis, Galium rotundifolium, Silene multicaulis ssp. genistifolia; zahlreiche Weidezeiger: Juniperus oxycedrus, Pteridium aquilinum, Nepeta nuda, Urtica dioeca.

Trifolium speciosum-Abies borisii-regis-Wald (900/1000–1600 m) Auf entkalkten Flysch-Braunerden (südlicher Pindus, Karpenision, Karditsa) mit der Sorbus graeca-Einheit in Kontakt. **CA.:** Luzula forsteri, Trifolium auriantiacum, Helleborus cyclophyllus, Cicer monbretii, einzelne Fagion-Arten. Castanea sativa-Tannen-Mischbestände, sporadisch Quercus frainetto, belegen die Quercion frainetto-Verwandtschaft. Hierher gehört der «heilige» Kastanien-Tannenmischwald auf der Halbinsel Athos (1300–1600 m) mit üppiger Vegetation und dichtem Schluß, der durch Kohlenbrenner Areal verloren hat (Berberis cretica, Astragalus angustifolius, Rauh 49). Auf Brandflächen stellt sich als Pionier Populus tremula ein, in dessen Schutz sich Abies borisii-regis ausgezeichnet verjüngt.

Hochmontaner Sorbus graeca-Abies cephalonica-A. borisii-regis Wald. Die schattseitigen Mischbestände (1600–1900 m) kennzeichnen: Betonica scarica, Thalictrum minus, Rhamnus fallax, Cotoneaster tomentosus, ferner Ostrya carpinifolia, Aremonia agrimonioides, Luzula sylvatica, Rosa sicula, Acer platanoides, Carum graecum, lokal Actaea spicata.

Im Gegensatz zum Abietetum cephalonicae spielen auf montanen-hochmontanen Schattseiten (z. B. Pertouli, Dafis 75) mitteleuropäische Fagetalia-Arten bei eingeengter ökologischer Amplitude noch eine Rolle: Sanicula europaea, Galium odoratum, Luzula sylvatica, Geranium striatum, Poa nemoralis; Moose: Scleropodium purum, Dicranum scoparium, Mnium undulatum. Mittelhellenische Abies borisii-regis-Wälder haben bereits weitgehend den Fagetalia-Charakter verloren, Abies cephalonica-Standorte (Flaumeichenwald-Einfluß) ganz. Mittel- (Sanicula) bis besserwüchsige (Asperula) Einheiten mit 15–25 m Oberhöhe (250–450 fm Vorrat, 5–10 fm Zuwachs) dominieren. Griechische Tannenwälder produzieren auf 13% der Fläche 40% des heimischen Rundholzes (Panagiotidis 65). In Gebirgsgruppen mit geringer Gipfelhöhe in tieferen Lagen und zunehmend gegen Süden (Phurna) treten reine Tannenwälder auf (Abb. 259), die bei geringer anthropogener Beeinflussung noch guten Schluß und Plenterwaldaufbau zeigen.

b) Abies cephalonica-Wald (Abietetum cephalonicae, Abb. 258)

Griechische Tannenarten: Von Abies cephalonica (apollinis), Abies borisii-regis und Abies alba lassen sich infolge schwieriger Artbestimmung bei großflächiger Durchmischung nur Verbreitungsschwerpunkte angeben: Abies alba in den nordgriechischen Grenzbergen, Abies cephalonica auf der Halbinsel Peloponnes und im südlichen Zentralgriechenland und dazwischen in Mittel- und Nordgriechenland die intermediäre Abies borisii-regis. Abies cephalonica dringt aber nach Norden bis zum Ohrid-See vor und Abies borisii-regis reicht nach Süden bis in die Wälder von Vytina auf dem Peloponnes (siehe Panagiotidis 65). In der Praxis werden deshalb im buchenfreien Areal Abies borisii-regis et cephalonica als griechische Tanne bezeichnet.

Standort: Das semiaride Abietetum cephalonicae bildet im Peloponnes und südlichen Griechenland (Parnass, Giona) den (sub-)mediterran-montanen Klimaxwald überwiegend auf Hartkalk und Dolomit (600–1700/400–2100 m; Chelmos 2300 m) und weithin die pseudoalpine Wald- und Baumgrenze. Das ursprüngliche Areal ist an der oberen Grenze durch Waldweide, Brand und Plündernutzung durch Hirten reduziert, an der unteren Grenze durch Rodung. Wenn auch der Unterschied zwischen basenreichen und basenärmeren Böden im semiariden Mediterranklima eine geringere Rolle als im humiden Gebiet zu spielen scheint (vgl. Barbéro-Quézel 76), zeigt sich beim Übergang von Kalk- zu Flyschböden (Peloponnes) ein typischer Gesellschaftswechsel vom Abies cephalonica-Wald zum Schwarzkiefernwald. Umgekehrt besiedelt Abies borisii-regis im Pindus analoge Grünschiefer-Standorte wie Schwarzkiefer im Peloponnes. Das montane Sommerklima wird im Vergleich zu mediterranen Tieflagen gemildert durch häufige Wolkenbildung, erhöhte Feuchtigkeit, reichlich Nebelniederschlag und adaptive Transpirationsreduktion. Das Klima ist noch nicht so sommertrocken wie im Abies cilicica-Areal.

Gesellschaftsaufbau: Abies cephalonica baut nahezu nur reine Bestände von weitgehend geschlossener, meist plenterartiger Struktur auf (Panagiotidis 65, Abb. 259). Die 10–20 m hohen Tannen von mittlerem Wuchs (2–6 fm Zuwachs, 100–200 fm) sind sehr astig, abholzig

und oft knickig mit stark deformierten Harfen-Kronen, vielfach Rauhreifschäden. Durch gute Reproduktion (Verbiß im Anwuchsstadium, Schneitelung) sind Kandelaberformen häufig. Abies cephalonica samt sich reichlich bei Moosrasen (Hypnum cupressiforme; GRAIKIOTIS 60), aber auch auf Freiflächen an. Randlagen der zusammenhängenden Tannenwaldkomplexe bei Vytina und Phurna und abgesplitterte Teilvorkommen (Taygetos, Parnon, Pentelikon, Parnass) sind stark aufgelockert, so daß Mischbaumarten eindringen.

BARBÉRO-QUÉZEL (75, 76) nennen als Kennarten eines **Abieto-Quercion-Verbandes:** Abies cephalonica, Aremonia agrimonioides, Euphorbia polychroma, Doronicum caucasicum, Digitalis ambigua, Ferulago sylvatica, Galium laconicum.

Tieflagen-Helictotrichon convolutum-Abies cephalonica-Wald. Hochmediterran-xerische Quercion ilicis-Ausbildung zwischen 500/600–900/1000 m auf Flysch (Mergel), auch Pinus halepensis. Die aufgelockerten Bestände kennzeichnen Juniperus oxycedrus, Cyclamen graecum, ferner Luzula nodulosa, Acer orientale, Arceuthus drupacea, Quercus ilex, Qu. coccifera. Diese teilweise fluktuierende, nicht immer vitale Gesellschaft entsteht durch gute natürliche Verjüngung im Schirm der Macchiensträucher (Cistion orientale).

Mittellagen-Lilium heldreichii-Abies cephalonica-Wald. Abieti-Pinion-Gesellschaft (BARBÉRO-QUÉZEL 76) submediterran-montan (1000/1100–1800/2000 m) weit verbreitet auf Hartkalk (Terra rossa) im Taygetos, auf dem Parnass und Parnion. Die 15–20 m hohen, ziemlich artenarmen Bestände verjüngen sich leicht. Das semihumide Lilio-Abietetum kennzeichnen: Ribes orientale, Saxifraga chrysosplenifolia, Calamintha grandiflora, Ribes uva-crispa, Galanthus reginae-algae, Polygonatum multiflorum; ferner Taxus-Fazies mit Doronicum caucasicum und Cyclamen repandum. Trifolium auriantiacum-Abies cephalonica-Wald auf anderen Gebirgen.

Hochlagen-Juniperus foetidissima-Abies cephalonica-Wald. Hochmontan auf steilen Schattseiten (1800–2100 m) nahe der Waldgrenze stocken im Peloponnes (Tymphreste) und isoliert an der Olymp-Südseite auf Kalk offene, relativ humide Bestände, gekennzeichnet durch Crataegus orientale, Juniperus communis var. hemisphaerica, Daphne oleoides, Anemone blanda. Kontakt zum kulminalen Daphno-Festucion mit Astragalus rumelicus et parnassicus in den waldfreien Gipfellagen.

Hochlagen-Lonicera graeca-Abies cephalonica-Wald (Abieti-Pinion). Zwischen 1600–1800 m tritt auf Nordseiten (Chelmos, Kyllini) mit tiefgründigem Kalkboden dieser weniger xerophile Mischwald mit sporadischer Abies borisii-regis, inkl. Hybriden, auf; Pimpinella polyclada var. parnassica.

Griechischer Tannenwald auf Kephallinia (KNAPP 65), MATTFELD (25) durchwanderte (Kreidekalk, 600–2100/2300 m) noch stundenlang geschlossene, fast reine Tannenwälder (10–16 m) mit nur spärlichem, strauchigem und krautigem Unterwuchs. **CA.**: Anemone blanda, Crepis frasii, Ranunculus spruneranus, Cardamine hirsuta, Ficaria grandifolia, Gagea peduncularis. Hochmontane Scilla nivalis-Ausbildung mit Crataegus heldreichii, Lonicera nummularifolia, Prunus pseudoarmeniacea. Von Fagetalia-Arten nur noch Galium rotundifolium, Mycelis muralis. Gut entwickelte Moosschicht: Scleropodium purum, Hypnum cupressiforme, Peltigera horizontalis. Typische Moos- und Flechten-Epiphyten: Pterogonium ornithopodioides, Neckara cephalonica, Leucodon sciuroides; Parmelia furfuracea. In der tiefmontanen Cyclamen linearifolium-Ausbildung an der unteren Auflösungsgrenze dringen Quercus coccifera, Juniperus oxycedrus, Smilax aspera ein. Die untersten Tannen stehen im dichten, hochmediterranen Macchien-Gesträuch.

E. Südostmediterrane Hartlaubwaldzone

Abgrenzung (Abb. 13): Anatolischer Küstensaum vom ägäischen Bereich bis zum Gebirge (Ulu Dağ), Taurus-Südabfall, Amanusgebirge, Küsten- und Bergland von Syrien, Libanon und Israel. Mediterranes Relikt Barqa Cyrenaica. Von den ägäischen Inseln zeigt Cypern typische südostmediterrane Züge, andere (Kreta, Rhodos, Halbinsel Athos) Übergangscharakter.

I. Mediterrane Hartlaubwaldstufe (Zohary 73; Abb. 260, 261)

Über 40 Holzgewächse, Bäume und Sträucher, sind charakteristisch, da noch viele west- und mittelmediterrane Arten auftreten, allein 30 Quercus-Arten; z. B. Quercus ilex, Qu. coccifera, Olea europaea, Ceratonia siliqua, Arbutus andrachne, Laurus nobilis, Pinus halepensis, P. pinea, Cupressus sempervirens. Spezifisch südostmediterrane Arten charakterisieren: Quercus calliprinos, Qu. boissieri, Qu. libani, Qu. alnifolia, Qu. infectoria, Pinus brutia, Styrax officinalis, Liquidambar orientalis. Die Artengarnitur bereichern Arten, welche den nahen Irano-Turanischen Florenbezirk belegen: Quercus ithaburensis, Qu. brantii (look), Pistacia palaestina, Crataegus aronia.

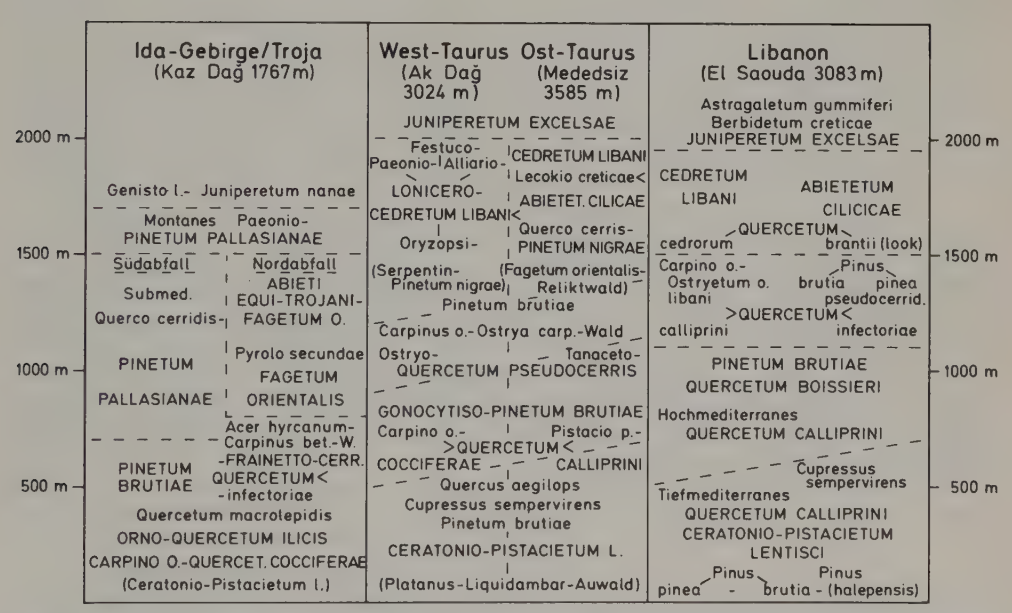


Abb. 260: Ostmediterrane Vegetationsprofile. **Kazdağlari bei Troja.** Semihumid kommen noch eu-mediterrane Fragmente vor. Über dem Pinus brutia-Wald dominiert an der Südseite bis zur Waldgrenze der Schwarzkiefernwald. Auf der Schattseite besiedelt im mittelmontanen Fagetum orientalis Abies equi-trojani ein kleinflächiges Reliktareal. **Mittlerer Taurus.** Über der Ceratonia siliqua-Stufe dominiert großflächig Pinus brutia, nur stellenweise Pinus pallasiana am Südabfall des Taurus im Vergleich zum steppennahen Nordabfall. Montan dominiert die Libanonzeder im Westtaurus. Gegen Osten schiebt sich auf flachgründigere Standorte Abies cilicica dazwischen. Juniperus-Ersatzgesellschaften großflächig verbreitet. Im Amanus-Gebirge noch Fagus orientalis-Relikte. **Libanon.** Deutlich semiaride Züge zeigt dieses Profil durch eine breite Oleo-Ceratonion-Zone und östliche (Steppenwald-)Elemente (Quercus look, Qu. boissieri, Qu. ithaburensis). Der Tannenwald klingt aus, vom Zedernwald existieren nur noch Reste, an seine Stelle treten Juniperus-Ersatzgesellschaften, darüber kulminale Dornpolsterflur (Zohary 73, Chouchani-Khouzami-Quézel 75, abi-Saleh-Barbéro-Nahal-Quézel 76, Akman-Barbéro-Quezél 70, Margraf 58).

1. Tiefmediterraner Johannisbrotbaum-Ölbaum-Pistazien-Parkwald

(Ceratonio-Pistacietum lentisci, Oleo-Ceratonion;
ZOHARY 62, 73, QUÉZEL-BARBÉRO-AKMANN 78)

Am Marmara-Meer auf isolierte, wärmebegünstigte Standorte beschränkt, wird gegen Süden an der ägäischen Küste und vor allem im Nahen Osten eine schmale Klimaxhöhenstufe (0–600 m) im niederschlagsärmeren, thermo-mediterranen Bereich auf Kalk-, Silikat- und Dünenstandorten besiedelt. Trotz starken menschlichen Einflusses wurde die Baumschicht nie ganz zerstört, denn Ceratonia ist gleich wertvoll für Futter und Schatten. Tiefe Bewurzelung verhindert Erosion und leichte Verjüngung von Ceratonia und Pistacia gestattet eine Wiederausbreitung. Heute dominieren (Syrien-Israel) im buschartigen offenen Parkwald: Pistacia lentiscus, Ceratonia siliqua, Olea europaea var. oleaster, manchmal Juniperus phoenicea. In der polymorphen Gesellschaft je nach Standort und Region (AKMAN-BARBÉRO-QUÉZEL 78/79): Ceratonia siliqua (Roterde, Degradation) Quercus coccifera (nördlich Adana) und calliprinos (südlich Iskenderum, Quercus aucheri (Antalya, Dodekanes), Pinus brutia (thermophil), Laurus nobilis (xerophil), auch Olea europaea (sublitoral), Cupressus sempervirens.

Israel: (ZOHARY-ORSHAN 59). Besonders charakteristisch ist die Gesellschaft in Küstennähe von Hebron bis zur Libanon-Grenze. Durch die offene Struktur dringen viele Macchien- und Garigue-Elemente ein, wodurch Artenreichtum (250 Arten) und Blütenpracht im Frühjahr verständlich sind. **CA.:** Ephedra campylopoda, Salvia triloba, Prasium majus, Rhamnus palaestinus, Phillyrea media, Rubia tenuifolia, Clematis cirrhosa, Crataegus aronia, Pistacia palaestina. Begleiter: Phagnalon rupestre, Sarcopoterium spinosum, Calycotome villosa, Coridothymus capitatus, Cistus creticus. Dünen-Ausbildung mit Ephedra alte und Retama raetam. In höheren Lagen ersetzen Quercus calliprinos und Olea sowie Myrtus die Karube.

Ägäisch-nordostmediterrane Ausbildung bei Izmir (QUÉZEL-BARBÉRO-AKMAN 78, ZOHARY 73). Pistacia lentiscus wird weitgehend durch Olea, Quercus coccifera und Myrtus ersetzt. **CA.:** Oryzopsis coerulescens, Rhamnus lycioides, ferner Colutea cilicica, Pyrus amygdaliformis. Auf Kalk ein Olea-Typ mit Juniperus foetidissima im Köprülü-Canyon/Taurus. Degradation zu Zwergstrauchgebüsch (Pistacia atlantica, Calycotome villosa, Sarcopoterium spinosum, Phlomis fruticosa) und Grasheiden (Phagnalion rupestre, Hyparrhenia hirta).

Vikarianten auf Cypern (BARBÉRO-QUÉZEL 79). Ostmediterran ist die vegetationskundliche Vielfalt nirgends so groß wie auf dieser Insel durch geologisch stark wechselnde Verhältnisse (kalkreiche, ultrabasische und metamorphe Gesteine) und zahlreiche Endemiten infolge Insellage und ophiolitischem Substrat. Meernahe Ballota integrifolia-(E-)Einheit auf Hartkalk (Aristilochia altissima). Tiefmediterrane Genista fasselata-Ausbildung auf Kalk und Grünschiefer (Teucrium creticum, Onosma fruticosum (E), Teucrium polium ssp. micropodioides (E). Xerophile Standorte kennzeichnen: Nonea mucronata, Fagonia cretica, Ziziphus lotus. Mesoxerophile Pinus brutia-Fazies; Juniperus phoenicea, Periploca gracilis.

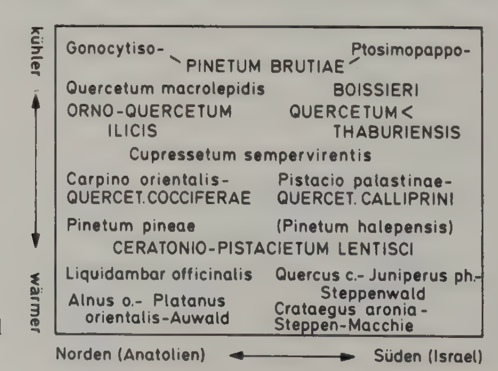


Abb. 261: Waldgesellschaftskomplex in der tief- und hochmediterranen Hartlaubwaldstufe.

2. Ostmediterraner Kermeseichenwald (Pistacio palastinae-Quercetum calliprini; ZOHARY 73, AKMAN-BARBÉRO-QUÉZEL 78/79)

Tief- bis hochmediterran (300–1300/1500 m) ist von Jordanien über Israel, Libanon und Syrien bis zum Osttaurus (auch Barqa Cyrenaika) und Cypern diese zum westlichen Quercetum ilicis vikariierende Klimaxgesellschaft verbreitet. Extrem polymorph baut Quercus calliprinos hochstämmige (10–15 m) Schlußwälder auf Kalk-Roterde, Rendzina und Silikat-Ranker auf und ist auch auf Dauergesellschaftsstandorten und in Degradationsstadien verbreitet. Ähnlich wie Quercus coccifera dringt die ostmediterrane Art auch in benachbarte, degradierte immergrüne Wälder ein. **CA.:** Pistacia palaestina, Crataegus aronia, Styrax officinalis, Rhamnus palaestinus, Cercis siliquastrum, Spartium junceum, Rubia tenuifolia, Rhamnus punctatus, Pyrus syriaca, Cistus creticus, Cyclamen persicum. Quercion-Arten: Aristolochia sempervirens, Arbutus andrachne, Eryngium falcatum. Der ostmediterrane Kermeseichenwald besitzt noch gemeinsame Arten mit dem Quercetum cocciferae: Lonicera etrusca, Phillyrea media, Clematis flammula, Tamus communis, Osyris alba.

a) Ausbildung im Nahen Osten (ZOHARY 73, CHOUCHANI et al. 75)

Mesophile Laurus nobilis-Untergesellschaft (Arbutus andrachne, Acer obtusatum ssp. syriacum). Randliche Myrtus communis-Pinus brutia-Ausbildung bei Iskenderum und im Libanon. Hochmediterrane Quercus boissieri-Ausbildung auf Kalk in Nordsyrien über 1000 m (Crataegus azarolus, Sorbus trilobata, Cephanlanthera longifolia, Asperula libanotica. Quercus infectoria-Ausbildung im Libanon.

Quercus calliprinos-Steppenwald: Aus Nordsyrien (Jebel Alaouite, 300 m) stammt eine xerische Crataegus aronia-Ausbildung mit Pyrus syriaca (Macchien- und Steppenwaldart), Salvia triloba, Sarcopoterium spinosum. Die Quercus calliprinos-Juniperus phoenicea-Gesellschaft (ZOHARY 62) in SW-Transjordanien (Edom, 1000–1700 m) bildet bei Petra als schmaler Streifen die absolute Südgrenze des Vorkommens; Crataegus azarolus, Rhamnus palaestina, Pistacia atlantica (Waldsteppen-Art).

Xero-mediterrane Steppen-Macchie (Crataegion aroniae): Das bis 10 m hohe xerische, ostmediterran bis west-irano-turanische Gebüsch ist ein guter mediterraner Grenzindikator. Die fruchtreiche Macchie besiedelt als Degradierungszeiger ehemalige Steppenwälder (vor allem Quercetum look-Kennarten): Amygdalus korschinskii, Pistacia atlantica, Rhamnus palaestinus, Pyrus syriaca, Crataegus azarolus. Der primäre Steppenbuschwald grenzt an der Trockengrenze die Quercus calliprinos- und Quercus ithaburensis-Wälder ab. Nur im Hochland (Edom, 1400–1600 m) gedeiht noch Quercus calliprinos (Artemisia herba-alba). Bei der sehr xerischen Crataegus aronia-Rhamnus palaestinus-Einheit (Amygdalus webbii) stehen die Sträucher zerstreut in instabilen Halbsteppen. Am extremsten ist die Juniperus phoenicea-Pistacia atlantica-Einheit mit Sandwüsten-Arten: Retama raetam, Phlomis platystegia, Paronychia sinaica. Bei Petra mit 50–200 mm Jahresniederschlag wird die absolute Grenze des Buschwaldes erreicht.

b) Quercetum calliprini-cocciferae Kontaktgebiet

Im Ost-Taurus (500–1400 m) dominiert noch Quercus calliprinos auf Silikat (Muğla), Qu. infectoria var. glabra hervortretend; Arbutus andrachne im Amanusgebirge. Beim Übergang vom Ost- zum mittleren Taurus mischen sich Quercus calliprinos und Qu. coccifera. In Kreta (350–1000 m) auf Südseiten Pistacia palaestina-Ausbildung: Erica verticillata, Pistacia terebinthus, Pyrus amygdaliformis, Amygdalus webbii, Rhamnus prunifolius, Aristolochia cretica, Phlomis cretica.

c) Quercus calliprinos-Hartlaub-Buschwald (ZOHARY 73)

Südost-mediterran dominiert Qu. calliprinos als wichtigstes Macchienelement. Tiefmediterran vergesellschaftet mit Immergrünen: Phillyrea media, Rhamnus alaternus, Laurus nobilis und hoch-

(bis sub-) mediterran mit sommergrünen Arten: Pistacia palaestina, Styrax officinalis, Cercis siliquastrum. Primäre und sekundäre Buschwald- und Zwergstrauchgesellschaften (ZOHARY 73, Macchie, Batha, Garigue): Calycotometum villosae, Helianthemetum stipulati, Sarcopoterietum spinosi, Genistetum fasselatae, Cistetum creticae, Corydothymetum capitati, Salvietum trilobae) kennzeichnen u.a.: Fumana arabica, Cistus salviifolius, Euphorbia hierosolymitana, Teucrium creticum, Micromeria nervosa, Majorana syriaca, Genista acanthoclada, Phlomis viscosa, P. cretica, Erica verticillata, Thymbra spicata.

3. Mediterraner Kermeseichen-Buschwald

(Carpino orientalis-Quercetum cocciferae, AKMAN-BARBÉRO-QUÉZEL 78, 79)

Im südwestanatolischen Küstengebiet erreicht Quercus coccifera die Ostgrenze; Marmara-Meer Küstenlagen bei Izmir bis 500 m, im Westtaurus bis 900 m. Die Niederwald-Gesellschaft kennzeichnen Stipa aristella, Brachypodium pinnatum. Die Zugehörigkeit zum Quercion ilicis belegen: Phillyrea media, Rubia peregrina, Rosa sempervirens, Clematis flammula, Teucrium chamaedrys ssp. pinnatifidum. In **Südthrakien** (KANTARCI 76) ist im Umkreis der Halbinsel Gallipoli die Gesellschaft nur noch fragmentarisch entwickelt: Quercus coccifera, Pinus brutia, Qu. pubescens, Qu. infectoria. Eine Sonderstellung nimmt die subhumide Quercus coccifera-Quercus infectoria-Gesellschaft an der ägäischen Westküste der Türkei (Westanatolien) ein, da sich zu Quercus coccifera Charakterarten (Pistacia palaestina) gesellen, dazu noch Asparagus aphyllus, Thymbra spicata und Cytisus syriacus, Cistus creticus, sowie Kennarten des Quercetum ilicis (Arbutus unedo, Pistacia terebinthus, Lonicera etrusca).

4. Ostmediterraner Steineichenwald (Aceri orientalis-Quercetum ilicis, AKMAN-BARBÉRO-QUÉZEL 78/79)

Die seltene und lokal begrenzte Arealrandgesellschaft ist an schattseitige Kalk-Standorte gebunden (Izmir, 100–300/1000 m). **CA.:** Arbutus andrachne, Hypericum empetrifolium und besonders Quercion ilicis-Elemente: Lonicera etrusca, Phillyrea media, Rubia peregrina, Clematis flammula. Hochmediterrane Castanea sativa-Quercus frainetto-Ausbildung. Sehr seltene Silikat-Einheit (Arbutus unedo, Cytisus triflorus, Erica arborea).

5. Sommergrüne Eichenwälder in der mediterranen Stufe

(Quercion ithaburensis, ZOHARY 73)

Während in der gesamten Mediterraneis Hartlaubwälder und immergrüne Macchien so gut wie ausschließlich auf die eu-mediterrane Zone beschränkt sind, gibt es im Südosten neben den typisch immergrünen Gesellschaften laubwerfende Wälder mit Quercus ithaburensis (Israel) und macrolepis (Westanatolien). Es dürfte sich um Vegetationsrelikte aus einer früher feuchteren Periode handeln, als noch mehr laubwerfende Gesellschaften im eu-mediterranen Gebiet beheimatet waren. Laubwerfende Arten von irano-turanischer Herkunft deuten darauf hin: Pistacia atlantica, Celtis australis, Anagyris foetida, Rhus coriaria. Das immergrüne Quercion calliprini und das sommergrüne Qu. ithaburensis kennzeichnen gemeinsam: Cistus creticus, C. salviifolius, Sarcopoterium spinosum, Calycotome spinosa, Styrax officinalis, Crataegus aronia, Rhamnus palaestinus, Quercion ithaburensis-DA: Hyparrhenia hirta, Pistacia atlantica, ferner Fumana thymifolia, Amygdalus korschinskii, Capparis spinosa. Quercion calliprini-DA: Spartium junceum, Prasium majus, Rhamnus punctatus, Ceratonia siliqua, Cercis siliquastrum, Cyclamen persicum, Arbutus andrachne, Pyrus syriaca.

a) **Quercetum ithaburensis** (Zohary 73)

Die laubwerfenden, mediterranen Eichenwälder reichen von Zentral-Israel bis zu den größeren Ebenen Südanatoliens. Relativ gut untersucht sind die Tabor-Eichenwälder (Zohary 73). Bei gemäßigtem mediterranem Klima mit regenreichen Wintern und trockenen Sommern (350–600 mm N) tritt die Gesellschaft auf brauner Rendzina, Sand, Basalt und Roterde auf. Die polymorphe Quercus ithaburensis (Alon-Baum der Bibel) erreicht gewöhnlich 5–6 m, auf günstigsten Standorten 10–20 m Höhe mit über 10 m Kronendurchmesser. Sie ist vergesellschaftet mit Quercus macrolepis und den irano-turanischen Elementen Quercus brantii und Quercus libani.

Styrax officinalis-Untergesellschaft in Zentral-Israel, Südwest-Syrien, Trans-Jordanien steigt auf mäßig frischen Rendzina-, Basalt- sowie Alluvialböden nur bis 600 (1000) m Höhe. Arten bei Tivon/Nieder-Galiläa (210 m): Crataegus azarolus, Pistacia palaestina, Calycotome villosa, Majorana syriaca, Hyparrhenia hirta, Arum dioscoridis, Synelcosciadium carmeli. Die ostmediterrane Styrax officinalis besiedelt mit großer Konkurrenzkraft oft rein Standorte mit zerstörter Primärvegetation (Golan-Höhen). Wüchsiger „Heiliger Wald" (die Bäume der Zehn) nördlich von Huleh.

Sandboden-Ausbildung: (Sharon-Ebene, 50–100 m), meist als Parkwald-Typ ausgebildet: Lavandula stoechas, Fumana thymifolia, Thrincia tuberosa, Paronychia argentea. Begleitende Holzgewächse fehlen.

Pistacia atlantica-Untergesellschaft mit Ziziphus lotus-Gesellschaft bei Golan-Gilead (bis 500/850 m, 300–400 mm N) an steinigen Basaltböden, ist anthropogen stark beeinflußt. In verschiedenen Degradationsstadien, Ziziphus spina-christi, Carlina involucrata, Gundelia tournefortii, Notabasis syriaca, Eryngium creticum, Centaurea hyalolepis, Hirschfeldia incana. Die semiaride Vergesellschaftung mit Pistacia atlantica (Relikt der früheren irano-turanischen Flora), nur vegetationsgeschichtlich zu erklären, leitet zu den Artemisia herba-alba-Steppen über.

b) **Valonen-Eichenwald** (Quercetum macrolepidis anatolicum, Zohary 73)

Die ostmediterrane, arkadische (Quercus aegilops syn. macrolepis oder vallonea) ist auf Süd- und Südwestanatolien beschränkt, sporadisch ägäische Inseln (Peloponnes). Die taxonomisch und ökologisch sehr variable Art ist infolge des anthropogenen Einflusses als Gesellschaft schwer abzugrenzen. Der anatolische Valonenwald erreicht auf frischen, sandigen Standorten der unteren Berglagen (200–500/1000 m) mehrhundertjährig 20–25 m Höhe bei 50–100 cm Ø. Die stattlichen Fruchtbecher haben durch den hohen Gerbstoffgehalt (Tannin) und als Schwarzfärbemittel einen großen wirtschaftlichen Wert (Inal 51); Baumartenanteil Türkei 2,5%. Auf Kreta (Zohary 73) kann ein künstlicher Anbau nicht ausgeschlossen werden wie im Peloponnes (Rothmaler 43) und auf Rhodos (Hofmann 40).

In der typischen Gesellschaft dominiert Quercus macrolepis; Pistacia lentiscus, Quercus coccifera, Amygdalus webbii, Anagyris foetida, Olea europaea (vgl. Akman-Barbéro-Quézel 78/79). In aufgelösten Beständen bei Kozak (700 m, Bergama) waren auf sandigen Granitböden vergesellschaftet: **B:** Quercus macrolepis, Qu. cerris, Qu. infectoria, Qu. coccifera, Ulmus minor. **S:** Cistus creticus, Phillyrea media, Paliurus spina-christi. In Demirci (Roterde, 750 m) wies ein gegen Verbiß geschützter Bestand noch zusätzlich auf: Pyrus syriaca, Quercus pubescens ssp. anatolica, Rhamnus oleoides, Cistus creticus. Pinus brutia-Ausbildung bei Uşak-Gediz (TR).

6. Hartkiefernwald (Pinion brutiae, Abb. 262, 263)

a) **Verbreitung und Standort von Pinus brutia** (dickere Nadeln, Zapfen ungestielt)

Athos-Halbinsel und NO-Griechenland, östliche ägäische Inseln (Lesbos, Rhodos) Kreta, Cypern, südliche und westliche Türkei; Relikte wie bei Cedrus libani im Nordost-Pontus, Libanon

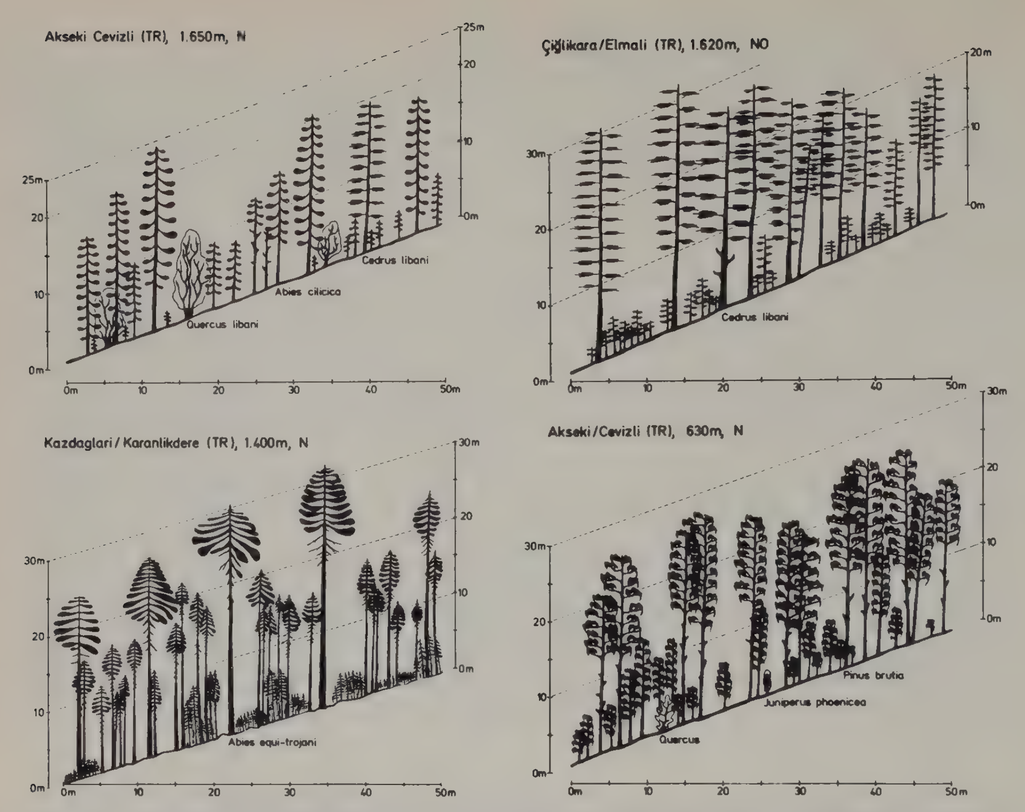


Abb. 262: Südwestanatolische Wälder. Plenterartiger Bestand von Abies equi-trojani (Kazdağlari). Naturnah gestufter Bestand von Abies cilicica (Akseki). Leistungsfähiger, geradschaftiger Pinus brutia-Bestand (630 m). Mittelwüchsiger geschlossener Zedernbestand ohne Verkarstungserscheinungen (Elmali).

bis Saida/Nord-Irak. Im überlappenden Areal mit P. halepensis in NO-Griechenland und im Nahen Osten treten Hybrid-Formen auf (Papajoannou 36).

Die weit verbreitete Gesellschaft ist ungemein vielgestaltig: Unabhängig von der geologischen Unterlage (Kalk, Silikat, Mergel, Serpentin) – Humides bis semiarides Klima (400–1200 mm Jahresniederschlag) – tiefe-(thermo-)mediterrane Standorte im Olea-Ceratonion-Gebiet bis zur submediterranen Stufe im Kontakt mit mediterran-montanem Zedernwald (0–1200/1400, 1800 m). Schwer zu unterscheidende primäre und sekundäre Vorkommen treten nebeneinander auf. Pinus brutia ist besonders konkurrenzstark auf Standorten mit großer Dürregefährdung (Mergel, Dolomitkalk) und ersetzt dort den Hartlaubwald, Pinus brutia ist als typischer Brandbodenkeimer (Mill. Sämlinge 3 Jahre nach Brand, Karschon 73) eine typische Invasions- und Pionierart für degradierte Laubwaldstandorte.

b) **Mediterraner Hartkiefernwald** (Pinion brutiae)

Regionale Differenzierung, Insel- oder Reliktlage und die mannigfachen Kontakt-Hartlaubwälder verursachen die Gesellschaftsvielfalt, so daß durchgehende Kennarten fehlen und lokale Charakterarten differenzieren. Die Tieflagen-Ausbildung der Hartkiefer ist meist kurzschaftig, krumm, starkastig und geringwüchsig 10–15/20 fm; Zuwachs 2–4 fm, auf semiariden Kalk-Standorten auf 1–2 fm zurückgehend. Zech-Cepel (72) haben im Versuchswald Bük/Antalya die Standortsbedingungen von 100jährigen, rund 10–20 m hohen Beständen analysiert. Bonität im Alter 50: I.: 24–28 m, II.: 13–17 m, III.: 10–13 m. Je nach Exposition entscheiden Wasserversor-

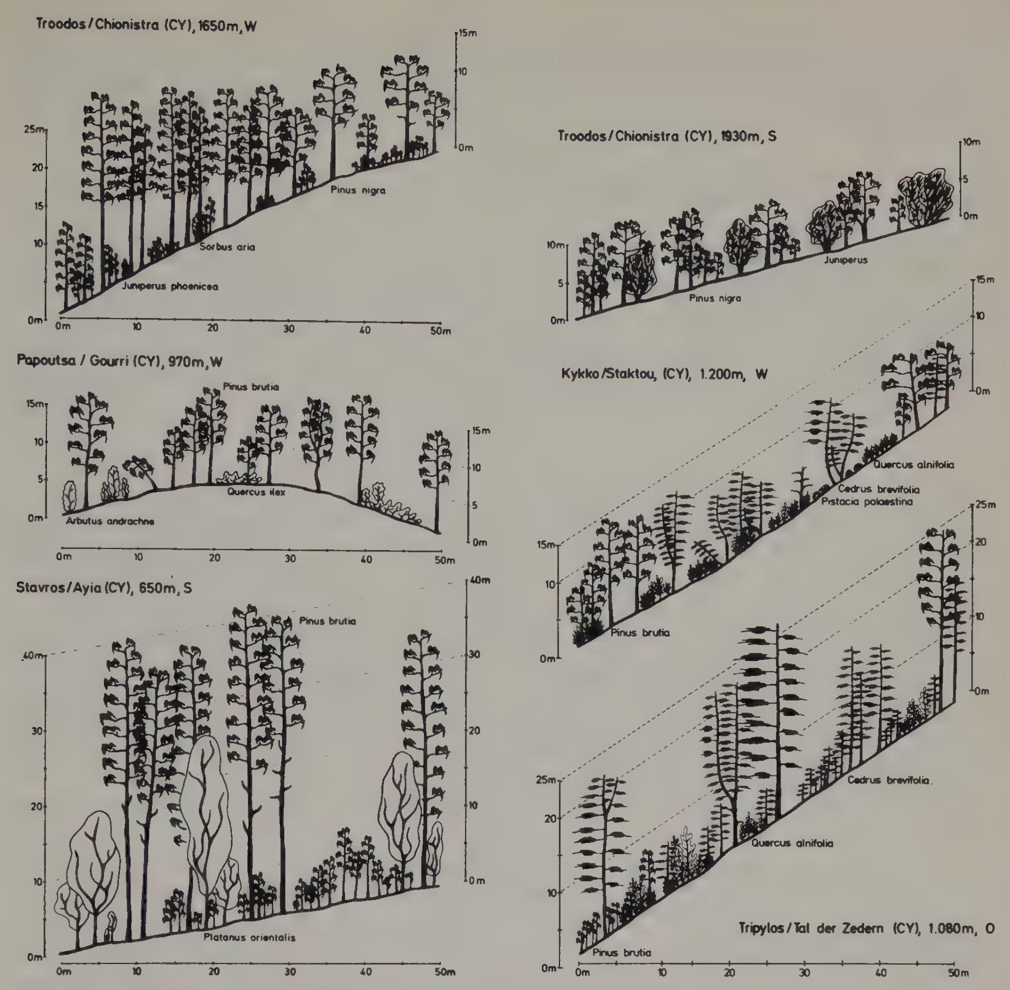


Abb. 263: Wälder in Zypern. Sekundärer wüchsiger Kiefernwald am Rande eines Platanen-Bach-Auwaldes (Stavros). Pinus brutia-Dauergesellschaft auf flachgründigem Ophiolit-Rücken (Gourri). Reliktisches Cedrus brevifolia-Vorkommen im Steilhang-Pinetum brutiae (Kykko). Wuchsoptimales Cedrus-Vorkommen im Tal der Zedern. Submediterraner, typischer Pinus nigra-pallasiana-Wald (Troodos 1650 m). Tiefmontaner Juniperus foetidissima-Pinus nigra-Gipfelwald (Chionistra 1930 m).

gung, Stickstoff- und Phosphor-Mangel, zu hohe ph-Werte oder Durchwurzelungstiefe über die sehr unterschiedliche Leistungsfähigkeit. Pinus halepensis siehe LAATSCH (67). Lokal sehr starke Harznutzung. Vergleichbar den mitteleuropäischen Kiefernwäldern (z.B. Erico-Pinetum) haben sich gut charakterisierte Gesellschaften vor allem auf extremer geologischer Unterlage (Serpentin, Ophiolit, Gabbro, Dolomit) herausgebildet, wo flächig der Laubwald ausgeschaltet wird, während auf Kalk- und Silikat-Gesteinen nur die extremsten Standorte kleinflächig und nachhaltig besiedelt werden können.

Pinus brutia im tiefmediterranen Oleo-Ceratonion-Areal:

Im Ägäischen Küstengebiet bis zum Taurus (200–700 m) und im Nahen Osten mischen sich in Pinus brutia-Gesellschaften auf Kalk- und Silikatgestein Quercetea ilicis-Elemente (Phillyrea media, Quercus cocciferae), Oleo-Ceratonion-Arten (Oryzopsis coerulescens et miliacea, Myrtus communis) und Macchien-Sträucher (Cistus creticus, Fumana ericoides); bei acidophilen Schie-

fern: Lavandula stoechas, Cistus salviifolius, Arbutus unedo. Teilweise nur Pinus brutia-Ausbildung des Ceratonio-Pistacietum lentisci. Im Zentral-Taurus (0–500 m) stockt auf Kalkmergel die Helichrysum pamphylicum-Gesellschaft mit vielen Thermophilen: Rubia olivieri, Capparis spinosa.

Pinus brutia im mediterranen Quercion calliprini-Areal, Quercetum calliprini-nahe Gesellschaften

Im **Taurus** (500–1150 m) und Amanusgebirge auf Kalk und Schiefer kennzeichnen Pistacia palaestina, Fontanesia phillyroides, Eryngium falcatum; spezifisch Astragalus schizopterus, Crepis reuterana. Auf Serpentin (100–800 m, Fethiye) stockt das Cytisopsis dorycniifoliae, ssp. reesii-Pinetum brutiae; kennzeichnend Quercus infectoria var. glabra, Centaurea cariensis, Asperula brevifolia; ferner Quercion calliprini-Arten: Phillyrea media, Arbutus andrachne, Laurus nobilis-Ausbildung (Mersin). Auch im **Nordlibanon** mit Calliprinos-Nebenbestand weit verbreitet (Phlomis viscosa, Melica minuta). Im submediterranen Übergangsgebiet (Nahi Ayoul, 1400 m) mischt sich auch Abies cilicica ein; Quercus boissieri, Cephalanthera longifolia, Asperula libanotica.

Das niederschlagsreichere **NW-Syrien** beherbergt besonders viele Gesellschaften (Barbéro-Chalabi et al. 77). Tiefmediterran mit Ceratonia siliqua, auf Kalk und Mergel mit Myrtus communis, hochmediterran mit Acer syriacum; typische Dauergesellschaften auf ultrabasischen Gesteinen (Lavandula stoechas), Gabbro- (Gonocytisus bracteatus) und Pteridotit-Syrosem (Quercus pseudocerris). Beim **humiden Pinus brutia-Wald** der Alaouite-Berge (Nahal 62) werden in nachhaltig frischen Schluchtstandorten ausgezeichnete Wuchsleistungen (30–35 m) erreicht (vgl. Cypern, Abb. 263). Submediterrane Vegetationselemente extrazonal auf feuchtigkeitsbegünstigten Sonderstandorten; Ostrya carpinifolia, Carpinus orientalis, Quercus boissieri, Cotinus coggygria, auch Myrtus communis, Quercus calliprinos. Der dichte Unterwuchs läßt auf ein nur fluktuierendes Auftreten schließen. Eine semiaride Quercus brantii-Pinus brutia-Gesellschaft kennzeichnet den Arealrand im Nordwest-Irak (Zohary 73).

Cypern: Vom Meeresniveau bis 1200/1400 m weit verbreitet besiedeln differenzierte Gesellschaften vor allem mittlere Berglagen, über 1400 m von Pinus nigra ssp. pallasiana abgelöst. **Litorale Juniprus phoenicea ssp. lycia-Pinus brutia-Einheit** auf Sand und Kalk als fortgeschrittene Pioniergesellschaft (Quézel 79). Die **Quercus calliprinos-Pinus brutia-Einheit** auf Mergelkalk (Zohary 73) mit besserer Wuchsleistung (15–20/25 m) ist zum großen Teil sekundär, da reichlich Quercus calliprinos-Elemente im Nebenbestand dominieren; Styrax officinalis, Pistacia terebinthus, Crataegus azarolus, Cistus villosus var. creticus, Salvia triloba ssp. libanotica; nordseitige Cupressus sempervirens-Einheit (Barbéro-Quézel 79) ferner Genista fasselata, Teucrium creticum. Die **hochmediterrane Quercus alnifolia-Einheit** auf Ophiolit mit Acer obtusifolium bildet einen primäre, geringwüchsige (7–12 m) Felshang-Dauergesellschaft mit offener Garigue.

Kreta: Infolge flächiger Zerstörung der eichenreichen Hartlaubwald-Klimaxvegetation seit der frühminoischen Zeit breitete sich in den vergangenen 4000 Jahren auf durchschnittlichen Standorten die Hartkiefer auf Kalk, Dolomit, Tonschiefer und Mergel so weit aus (0–1000 m), daß die Klimaxvegetation kaum noch zu rekonstruieren ist. Die von Rechinger (1951) untersuchte Sekundärvegetation belegt eine zunehmende Degradierung: Macchie, Phrygana, Felstrift. Auch die Artenliste von Zohary (73) von tiefmediterranen Rendzina-Standorten SO-Kretas entspricht einem sekundären Hartkiefernwald: Pinus brutia, Ceratonia siliqua, Olea europaea; Quercus coccifera-calliprinos-Kontaktgebiet, Daphne sericea, Paeonia clusii; litorale Ausbildung (Greuter 75). Im Nationalpark Samaria-Schlucht (SW-Kreta) stocken hochmediterran (450–800/1000 m) natürliche, andeutungsweise zonale Steilhang-Schluchtwälder. Die wüchsigen und gut geformten Bestände sind teilweise rein (Abb. 254), teilweise mit Quercus calliprinos und Cupressus sempervirens angereichert.

Ptosimopappo bracteati-Pinetum brutiae (Barbéro-Chalabi-Nahal-Quézel 77)

Von Syrien bis zum Amanus (bis 900 m) kommt auf ultrabasischem Gestein (wüchsiger auf Gabbro, geringwüchsiger auf Pteridotit) das Pinetum brutiae in tieferer Lage rein mit Myrtus

communis und Oleo-Ceratonion-Elementen (Kalk) vor. In höherer Lage tritt die Glycirrhiza flavescens-Pinus brutia-Gesellschaft mit Flaumeichenwaldeinfluß auf: Rhus cotinus, Styrax officinalis, Quercus pseudocerris, Cercis siliquastrum, Ferulago syriaca. Teilweise besteht Nähe zum Ptosimopappo-Quercetum microphyllae durch Salvia aramiensis, Genista cassia.

Gonocytiso pterocladi-Pinion brutiae (BARBÉRO-CHALABI-NAHAL-QUÉZEL 76, ZOHARY 73)

Vom Libanon bis zum anatolischen Areal kommen auf Mergel die schönsten Bestände mit wenig immergrünen Arten vor. **CA.:** Cytisopsis dorycniifolia, Dorycnium hausknechtii, Lygia auchterii, Onobrychis kotschyana. Für die Türkei spezifisch das **Hedysaro varii-Pinetum brutiae** mit Rosmarinus officinalis, Themeda triandra, Hammatolobium lotoides. Differenzierend im tieferen Bereich Oleo-Ceratonion-Element, im höheren Quercion calliprini-Arten: Pistacia palaestina, Arbutus andrachne, auch Lavandula stoechas. Der Unterwuchs ist eine typische mediterrane Macchie-Garigue (Cistus creticus, Calycotome villosa).

Pinus brutia im nordwestanatolischen Quercion illicis-Areal

Zwischen Marmara-Meer und Izmir ist Pinus brutia weit verbreitet. Typische Kennarten: Phillyrea media, Lonicera etrusca, Pistacia terebinthus. Höhere Standorte mit Coccifero-Carpinetum-Einfluß; Quercus infectoria et frainetto, lokal Juniperus excelsa et Pistacia atlantica, Pyrus amygdaliformis, Arbutus andrachne (SCHWARZ 36). Primäre Vorkommen treten zurück.

Auf dem **griechischen Festland** und den **ägäischen Inseln**, von der Athos-Halbinsel bis Rhodos (0–400/800 m, HOFMANN 39, 43; RECHINGER 42; STOJANOV-KITANOV 50; ZOLLER et al. 77) stocken Hartkiefernwälder. Reichlich Arten der Quercetalia ilicis (Quercus coccifera, Quercus ilex, Phillyrea media), überwiegend sekundäre Schußwald-Ersatzgesellschaften mit Phrygana- oder Felstrift-Unterwuchs ebenso Hang-Macchien-Gebüsche (Laurus nobilis, Erica arborea, Cistus creticus) mit Pinus brutia-Überständern. Kleinflächige, primäre Pinus brutia-Wälder stocken auf flachgründigen extremen Silikat-Standorten mit Cistus incanus (Thasos, ZOLLER et al. 77).

c) Submediterrane Pinus brutia-Wälder (AKMAN-BARBÉRO-QUÉZEL 78)

Im Vergleich zu Pinus halepensis, die nicht höher als 600/700 m steigt, erreicht P. brutia im Taurus 1150 m (Pinus nigra) im Mittel- und Osttaurus im Kontakt zu Zeder 1600 (1800) m (QUÉZEL-PAMUKCUOĞLU 73). Der Hochlagen-(Yayla-)Typ der Kiefer ist geradschaftig, vollholzig, feinastig und wüchsig (15–25/30 m). Jährliche Zuwachsleistung 5–7 fm/Jahr/ha, in Syrien auf Gabbro sogar 8–9 fm. Sehr gute Naturverjüngung, da Macchien-Elemente bis auf Quercus coccifera (s. l.) und Juniperus oxcedrus fehlen.

Pinus brutia im Querco-Cedrion libani-Areal

Kalk- und Schieferstandorte am Taurus-Südabfall (700–1200/1400 m). Kennzeichnend sind laubwerfende Begleiter wie Cercis siliquastrum, Styrax officinalis, Quercus infectoria var. pubescens, Qu. pseudocerris, Carpinus orientalis, Ostrya carpinifolia; ferner Colutea cilicica, Coronilla emeroides, Celtis australis; ferner Querco-Cedretalia libani-Arten: Stellaria cilicica, Genista lydia, Quercus libani. Im Westen von Antalya steigt Pinus brutia bis auf 1600(1800) m. Cedrus libani var. glauca-Ausbildung (MAYER-SEVIM 58).

Serpentinstandorte im Ost-Taurus. Bei Pos (900–1100 m) stockt südseitig das Centaurea ptosimoppapoidis-Pinetum brutiae, eine ausgedehnte, gut geschlossene Gesellschaft mit einzelnen Quercetea ilicis-Elementen Juniperus oxycedrus, Pistacia palaestina; ferner Ostrya carpinifolia, Styrax officinalis, Qu. pseudocerris, Qu. infectoria var. glabra. **CA.:** Alyssum cassium, Verbascum lyratifolium, Genista lydia, Lathyrus stenolobus, z. T. Schwarkiefernwaldarten: Centaurea lycopifolia, Asyneuma cilicum, Physospermum cornubiense. Auf Schattseiten sekundäre Bestände auf Quercus pseudocerris- und Ostrya-Standorten.

Centaurea babylonica-Gesellschaft bei Mersin mit eindringenden submediterranen Laubwaldelementen: Flaumeichenwald (Fraxinus ornus, Styrax officinalis). Ostryo carpinifoliae-Quercion pseudocerridis (Carpinus orientalis) ferner serpentinstete Arten: Alyssum cassium, Physospermum aquilegifolium, Teucrium kotschyanum.

Lathyrus tuktensis-Pinetum brutiae (Adenocarpo-Pinion-Areal). Auf Gneis im Taurus (800–1300 m) sind im Unterwuchs häufig Genisteen (Genista anatolica, Adenocarpus complicatus, Chamaecytisus eriocarpus). Lokale CA: Digitalis cariensis, Cyclamen cilicicum ssp. mirabile, Crataegus aronia. Kontakt zum Schwarzkiefernwald und zu Pinus nigra-Ausbildungen (Mut, 1000 m).

Quercetalia pubescentis-Areal

In Nordwestanatolien besiedelt Pinus brutia randliche Dauergesellschaftsstandorte verschiedener Gesellschaften. Am Rande des anatolischen Plateaus baut bei semiaridem Klima (400–500 mm, 3–5 Monate Trockenheit, Winterkälte) Pinus brutia im Pino nigrae-Cistion laurifolii-Areal bei Eskisehir (600–900 m) Bestände auf; beigemischt sommergrüne Laubbäume (Quercus cerris, Qu. infectoria var. pubescens, im Osten Quercus pubescens var. anatolica. Lokal Colutea cilicica, Fraxinus parvifolia, Lonicera etrusca.

7. Aleppokiefernwald (Pinetum halepensis orientale)

Im Nahen Osten existieren nur kleinflächige Vorkommen (bis 600/1000 m); Jordanien und Israel (Ober-Galiläa, Carmel, Gilead). Südlibanon und NW-Syrien (Barbéro-Chalabi et al. 77), isoliertes Taurus-Vorkommen (Saricam und Karatepe). Reine Aleppo-Kiefernwälder fehlen, da sich unter dem lichten Schirm eine Ceratonio-Pistacion lentisci- und Quercion calliprini-Macchie bildet (Pistacia palaestina, Cistus creticus). Die binnenländische Arealgrenze liegt bei 200–300 mm Jahresniederschlag. Von allen mediterranen Baumarten kommt nur Pinus halepensis mit einer derartig niedrigen Transpirationsrate aus. Der Cupressus sempervirens – Pinus halepensis-Wald (Barbéro et al. 76) kommt im Küstengebirge (Djebel Alaouite) in Tieflagen (100–200 m) auf Kalk und Mergel vor mit Gonocytiso pterocladi-Quercion-Arten: Hypericum russegeri, Genista acanthoclada (auch Transjordanien). In Palästina (Judäa) ist auf Rendzina die Hypericum serpyllifolium-Gesellschaft mit Quercus calliprinos, Ceratonia siliqua, Rhamnus palaestinus, Sarcopoterium, auch Genista fasselata weiter verbreitet.

8. Zypressenwald (Cupressetum sempervirentis, Abb. 254)

Im Nahen Osten (Jordanien bis Westanatolien) besiedelt Cupressus die gesamte mediterrane Stufe mit Schwerpunkt tiefmediterran (bis submediterran). Gesellschaftsreste finden sich auf Felsstandorten, da wüchsigere Standorte gerodet oder genutzt wurden. Seltener bildet sie eine großflächige Gesellschaft (Ausnahme Nationalpark Köprülü-Canyon/TR, 400 ha), meist Varianten oder Fazies von mediterranen Laub- und Nadelwäldern im Arealrandbereich.

Im **Libanon** (Zohary 73) treten ausgedehnte gemischte Zypressenwälder hochmediterran (600–1200 m) auf, bei Gesellschaftsauflösung mit typischen Macchienelementen: Quercus calliprinos, Ceratonia siliqua, Juniperus excelsa, Pistacia palaestina, Cistus creticus, Rhamnus palaestinus. Mischbestände in **Cypern** (St. Hilarion, 600–1000 m, Zohary 73) sind ähnlich aufgebaut (Acer obtusifolium). Im zilizischen Taurus besteht Kontakt zu Abies cilicica- und Cedrus libani-Beständen im Pinus brutia-Übergangsgebiet. Am Djebel Sarab (1400 m) bildet in Jordanien die Cupressus sempervirens-Juniperus phoenicea-Gesellschaft eine typische Arealgrenze, wenngleich noch viele mediterrane Arten auftreten: Pistacia atlantica, Rhamnus palaestinus, Lonicera etrusca, Ephedra campylopoda. Irano-Turanische und Saharo-Arabische Arten wie Artemisia herba-alba, Noaea mucronata und Echinops polyceras belegen den ausklingenden mediterranen Einfluß.

9. Pinienwald (Pinetum pineae)

Selten ostmediterran verbreitet existieren vor allem Bestände in Süd- und Westanatolien (Pergama). Libanon-Bestände auf Sandstein (300–1200 m; Chouchani et al. 75, Zohary 73) kennzeichnen: Erica verticillata, Rhododendron ponticum, Quercus boissieri, Lavandula stoechas, Cistus salviifolius, Calycotome villosa. Auffallende Begleiter: Cupressus sempervirens, Arbutus andrachne, Pistacia palestina, Quercus libani. Aira elegans. Ausbildung mit Pinus brutia (Feinbrunn 59). Reliktisches Auftreten bei Trabzon, Pinie kommt oft reichlich als Unterwuchs des Quercion calliprini vor (Akman-Barbéro-Quézel 78/79). Über 900 m (Aydin) kennzeichnen im Taurus Quercus infectoria, Doronicum caucasicum, Luzula forsteri; auch auf Küstensanden (Side) in Mischung mit Pinus brutia. Pinus pinea ist relativ wüchsig (4–7 fm je nach Wasserhaushalt). Bei Aydin wird auf 6000 ha mit 100–130 t Samenproduktion gerechnet.

10. Phönizischer Wacholder-Buschwald (Juniperetum lyciae)

Auf **Cypern** (Barbéro-Quézel 79) tritt die litorale Ephedra campylopoda – Juniperus phoenicea ssp. lycia-Gesellschaft im Süden (10–100 m) auf Dünensand auf (Pinus brutia, Cupressus sempervirens); sublitorale Cupressus sempervirens- und auf Kalk Myrtus-Fazies. Im Taurus (Pamay 55) steigt Juniperus phoenicea bis 1300 m bei außerordentlichen Wuchsleistungen; bis 60 cm ∅, bis 15 m Höhe.

Der Juniperus macrocarpa (oxycedrus ssp.) Dünenbuschwald baut ostmediterran reine, bis 5 m hohe Bestände auf nicht stabilisiertem Dünensand auf (Kreta, Greuter 75; Ägäische Inseln, Hofmann 40).

11. Mediterrane Auwälder

a) Tamaricetum smyrnensis (Zohary 73)

Am Sakarya-Fluß, (400–500 m) besiedeln flußnahe, sandige Alluvialböden Tamarix smyrnensis, Salix alba, Phragmites communis, Pulicaria dysenterica, Polygonatum lapathifolium, Vitis vinifera; auf Kreta Tamarix parviflora (Greuter 75). Bei fortgeschrittener Boden- und Vegetationsentwicklung in Syrien (Zohary 73): Salix acmophylla, Populus euphratica, Platanus orientalis, Tamarix ramosissima.

b) Populus euphratica-Flußuferwald

Die Irano-turanische Art (heterophyll) verträgt hohen Salzgehalt und baut mit Tamarix undurchdringliche Flußwälder auf, z. B. Jordan (Cyperus papyrus), Atlas-Südabfall (Zohary 73); Israel, Fraxinetum rotundifoliae (Zohary 73).

c) Alnus orientalis-Wald

Der ostmediterrane Baum bildet auf grundfrischen Mulden und Rinnsalen im Taurus, Amanus, und Libanon kleinflächige, oft dschungelartige Bachsaumbestockungen mit Salix libani, Platanus orientalis, Ficus carica, (subspontan; Zohary 73); Zypern mit dominierender Platane. Schwarzerlen-Schluchtwald im Libanon (Chouchani-Khouzami-Quézel 75) mit Rhododendron ponticum, Osmunda regalis, Blechnum spicant, Carex pendula, Quercus infectoria, Hedera helix.

d) Alnus orientalis – Platanus orientalis-Wald (Zohary 73, Barbéro-Quézel 79)

An Flußufern kommt im Troodos-Gebirge/Cypern (500–700/1200 m) auf Eruptivgestein die meist zerstörte Populetalia-Gesellschaft vor. **CA.:** Platanus orientalis, Alnus orientalis, Rubus

ulmifolius ssp. anatolicus, Salix alba, ferner Equisetum ramosissimum. Auf Südseiten dringt unter 650 m immer mehr das Vitex agnus-castus-Myrtus communis-Gebüsch (Vito-Myrtetum) an initialen Grabenstandorten ein; Nerium oleander, auch Tamarix smyrnensis mit Juniperus communis auf Roterde.

e) Platanus orientalis-Liquidambar orientalis-Wald

Dieser ostmediterrane hygrophile Bach-Auwald (Liquidambar 14–15 m, bis 25 cm; Harzgewinnung durch Lachten) ist im Tal der tausend Schmetterlinge (Petaloudes) auf Rhodos typisch entwickelt (Abb. 251); Begleiter: Nerium oleander, randlich Cupressus sempervirens, Laurus nobilis, Vitis vinifera. Küstenebene in Südwest-Anatolien (Mamaris-Fethiye); reiche Moosvegetation (Walther 75).

f) Schwarzpappel-Platanen-Auwald (Platanetum orientalis)

Bei Izmir/Anatolien (Schwarz 36) mit Populus nigra var. pyramidalis, Pyrus amygdaliformis, Punica granatum, Cercis siliquastrum, Quercus macrolepis, Qu. coccifera, Rhamnus alaternus, Anagyris foetida.

12. Mediterranes Relikt Barqa Cyrenaika (Lybien)

Im niederschlagsbegünstigten Djebel-El-Akhdar-Bergland, von Steppe und Wüste eingerahmt, hat sich seit den postglazialen Pluvialzeiten einen mediterrane Insel von ostmediterranem Gepräge erhalten (Abb. 222; siehe Knapp 73); Ausscheidung eines Naturwaldreservates erwünscht.

Ölbaum-Pistazien-Parkwald vorherrschend in zentralen, höhergelegenen Lagen: Ceratonia siliqua, Olea europaea, Pistacia lentiscus, Arbutus pavari, Quercus coccifera ssp. calliprinos, Smilax aspera var. mauretanica, Clematis cirrhosa, Periploca laevigata, Ephedra alte, Prasium majus. Infolge der lybischen Wüste (Syrte) besteht keine Verbindung zu den nordwestafrikanischen Vorkommen. **Quercus coccifera ssp. calliprinos-Bestände** in Schluchten. **Populus alba-Auwälder** fragmentarisch und vereinzelt.

Cupressus sempervirens. Cypresse zwischen 500–800 m besonders charakteristisch, dominiert in den Endstadien der Vegetationsentwicklung. Im Wadi-Kouf sollen bis 30 m hohe Bäume stehen.

Pinus halepensis in höheren Lagen; kleine Restbestände mit Cupressus sempervirens, Quercus calliprinos, Juniperus phoenicea, in tieferen Lagen mit Ceratonia. **Juniperus phoenicea-Dünen-Gehölze.**

Ägypten: In Ägypten fehlt die mediterrane Vegetation mit Ausnahme der Relikte aus der postglazialen Pluvialzeit im Berggebiet Jebel Haggege und Sidi Hamars (Küstenregion der südlichen Wüste). In tiefen Schluchten bei Feuchtigkeitsbegünstigung Einzelbäume von Olea europaea, Ceratonia siliqua, Juniperus phoenicea. Im feuchteren älteren Subatlanticum hatte die Wüstenvegetation noch nicht den gesamten Küstenstreifen besetzt.

II. Submediterranes sommergrünes Eichenwaldgebiet
(Zohary 73, Akman-Barbéro-Quézel 78, Abb. 264)

Viele Eichen-Arten charakterisieren das Bergwald-Gebiet vom Marmara-Meer über den Taurus bis Israel-Jordanien: Quercus cerris (am weitesten verbreitet), Qu. dshorochensis (pontische Grenze), Qu. frainetto, trojana und macrolepis (Nordwestanatolien), Qu. pubescens ssp. anatolica (zentralanatolische Grenze), Qu. libani (Zentralteil), Qu. infectoria et boissieri (Südosten), Qu.

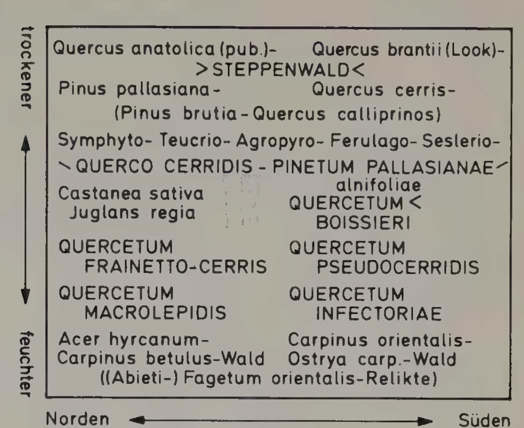


Abb. 264: Waldgesellschaftskomplex in der submediterranen Eichenwaldstufe.

brantii (look, Steppenwaldart), Qu. alnifolia (Cypern), weitere Laubbäume: Acer monspessulanum, A. hyrcanum, A. obtusifolium, A. orientale, Ostyra carpinifolia, Cotinus coggygria, Colutea arborescens, Prunus ursina, Fraxinus ornus, Castanea sativa. Von den Nadelbäumen bildet nur Pinus nigra ssp. pallasiana ausgedehnte Bestände. Die Standorts- und Gesellschaftsvielfalt ist wie tief- und hochmediterran ausgeprägt.

1. Südostmediterrane Eichenwälder (Quercion cerris)

Sommergrüne Laubwälder mit Hauptareal in Nordsyrien sind im Amanus-Gebirge noch gut entwickelt, im Ost-Taurus-Südabfall meist an Schluchten, feuchtere Standorte gebunden. Im Zentraltaurus ist das Areal noch stärker eingeschränkt; im West-Taurus mehr hochmediterran. Die stark hervortretende Pinus brutia engt das Areal ein.

a) Celtis australis – Ostrya carpinifolia-Wald (Ostryo-Quercion)

Im humiden Amanusgebirge (650–1350 m), auch im Libanon und Süd-Syrien, dominieren auf Kalksteinbraunlehmböden Ostrya carpinifolia und Carpinus orientalis; beigemischt Fraxinus ornus ssp. cilicicus, Quercus pseudocerris, CA.: Clematis vitalba, Agropyron panormitanum, Ausbildung (Amanus) mit Taxus baccata, Tilia argentea, Staphylea pinnata, Wulfenia vernalis, Ruscus hypophyllum; ferner strauchreich mit Laurus nobilis, Ilex aquifolium, Buxus longifolius, Hedera colchica (Zohary 73).

b) Zerreichenwälder des Nahen Ostens (Quercion cerris-pseudocerridis; Zohary 73, Akman-Barbéro-Quézel 78)

Zerreichenwälder sind zwischen der immergrünen und montanen Bergstufe verbreitet und an kühleres, vor allem niederschlagsreiches Klima im Amanus-Gebirge und Libanon (1200–1600 m) gebunden, so daß potentielle Standorte im Süden bereits zu trocken sind (Galiläa). In der Türkei bildet Quercus cerris als ubiquistische Hauptbaumart den submediterranen Klimaxwald (800/1000–1500 m) zwischen Pinus nigra und P. brutia im Kontakt mit Quercus pubescens ssp. anatolica in inneranatolischen Steppenwäldern (bis 350 mm N).

Libanon: Zerreichenwälder über der Quercus calliprinos- und Pinus brutia-Stufe (Nabi Ayoub, 1300 m, Braunerde) sind gekennzeichnet durch Lecokia cretica, Aegilops ovata, Rubia tenuifolia,

Blackstonia perfoliata. Analoge **syrische Vorkommen** kennzeichnen Ostrya carpinifolia, Fraxinus ornus, Juniperus drupacea, Paeonia mascula, Helleborus versicarius.

Quercus cerris – Qu. boissieri-Gesellschaft (Amanus)

Quercus boissieri (var. von infectoria, ersetzt Qu. look) als Mischbaumart, durch (sub-) mediterrane Arten vielgestaltig: Ostrya carpinifolia, Prunus ursina, Pyrus syriaca, Styrax officinalis, Quercus calliprinos, Arbutus andrachne, Celtis australis, Majorana syriaca, Blechnum spicant, Melica ciliata, Phlomis fruticosa, Pistacia palaestina. Eu-mediterranen Charakter hat eine Pinus brutia-Ausbildung (ZOHARY 73) mit Fontanesia phillyreoides, Arbutus andrachne, Paliurus spina-christi.

Abies cilicica – Quercus cerris-Wald

In den syrischen Alaouite-Bergen und im Amanus-Gebirge (1200–1500 m) mischen sich Quercus cerris (10–20 m) und Abies cilicica mit Qu. libani, Qu. infectoria, Ostrya carpinifolia, Carpinus orientalis, Acer hyrcanum, A. monspessulanum; ferner Staphylea pinnata, Hedera helix, Rubia aucheri, Sorbus torminalis, S. umbellata, Laurus nobilis, Fraxinus ornus, Daphne oleoides, Cornus sanguinea, Lonicera orientalis, Dryopteris filix-mas, Helichrysum plicatum. NAHAL (62) deutet sie als Tannen- oder Zedern-Sekundärbestände. Ähnlich wie in Mitteleuropa verjüngt sich Abies oft reichlich an der unteren Verbreitungsgrenze unter dem Schirm lichter Eichenbestände, gedeiht unter der Klimaextreme dämpfenden Eichenoberschicht ausgezeichnet und überwächst schließlich die Eiche, so daß ein flächiger Baumartenwechsel eintritt. Standortstauglich sind diese tiefen Tannenvorkommen im Freistand langfristig nicht, da sie vorzeitig ausfallen (Tannensterben) und sich die Regeneration der sekundären tannenreichen Bestände auf Eiche beschränkt.

Tanacetum parthenicum – Quercus pseudocerris-Wald (AKMAN-BARBÉRO-QUÉZEL 78).

Im Ost-Taurus und Amanusgebirge (1000–1400 m) auf humiden erodierten Kalkstandorten in Mulden und Gräben. **CA.**: Aristolochia pallida, Quercus cedrorum. Korrespondierend ist im Amanus die Stachys pinetorum-Einheit (AKMAN 73; Anthemis tinctoria var. virescens) oft mit Fagus orientalis gemischt.

Ostryo-Quercetum pseudocerridis (QUÉZEL-BARBÉRO-AKMAN 78)

Auf den Taurus (Amanus) beschränkt, gut entwickelt im West-Taurus, ausklingend im Zentral-Taurus, fragmentarisch noch im Ost-Taurus. Hauptbaumarten: Ostrya carpinifolia, Carpinus orientalis, Quercus pseudocerris, ferner Celtis australis, Fraxinus ornus. Beziehung zum Ostryo-Carpinion. Weitere Charakterarten: Laser trilobum, Physospermum aquilegifolium, Dorycnium graecum, Coronilla emeroides, Bromus asper, Cnidium orientale, Geranium asphodeloides. Kontakt zu Pinus brutia- und Pinus pallasiana-Wäldern.

Quercus cerris-Steppenwald

Am Hasan Dag (DUZENLI 76) stehen in 1400–1600 m Höhe noch 6–7 m hohe semiaride Restwälder (Lathyrus aureus, L. czeczottianus).

c) Quercus infectoria-Wald

Nur im Libanon (QUÉZEL-BARBÉRO-AKMAN 78) submediterran forstlich bedeutend. **CA.**: (COUCHANI et al. 75): Adenocarpus complicatus, Asperula libanotica, Veronica stenobotrys, Hypericum lanuginosum, Tamus orientalis, Allium trifoliatum, Lonicera nummulariifolia. Von der Anagyris foetida-Gesellschaft auf Cypern (700–900 m) Bestandesreste auf tiefgründigen

Mergelkalken. **CA.:** Styrax officinalis, Agropyrum panormitanum, Glaucosciadium cordifolium, Crepis micrantha (Barbéro-Quézel 79).

d) Quercus brantii(look)-Steppenwald (Zohary 73)

Ausgedehnt am Libanon-Osthang, Anti-Libanon und Hermon-Berg (800–1800 m) auf Skelettböden nahe der mediterranen Trockengrenze. Die gesellschaftsbildenden Bäume sind noch (sub-) mediterran, doch dringen schon zahlreiche Irano-Turanische Elemente ein. Quercus look, Erilobus trilobatus, Sorbus graeca, Amygdalus korschinskii, Prunus ursina, Juniperus drupacea, Colutea cilicica, Berberis cretica, Acer monspessulanum var. libanoticum, Cerasus prostrata. Bei Diyarbekir (TR) gedeihen großflächig typische Steppenwälder. Pistacia atlantica ist ein Gesellschaftsrest nach Degradation, die noch in der randlichen Negev-Wüste mit Amygdalus korschinskii und Rhamnus dispermus auftritt. Buxus longifolia, euxino-hyrkanisches Relikt, ist in den Amanus- und Cassius-Bergen endemisch. Celtis tournefortii ist der trockenresistenteste Baumstrauch im Nahen Osten; Amanus, Taurus. Quercus pubescens ssp. anatolica, konstanter Hybrid zwischen Quercus pubescens x boissieri, begleitet Quercus cerris und prägt in Taurus-Mittellagen sowie besonders in Inneranatolien die Wildobst-Parkwälder zusammen mit Pyrus amygdaliformis, P. elaegrifolia, Crateagus laciniata, Pyrus syriaca.

e) Quercus alnifolia-Wald auf Cypern (Zohary 73, Barbéro-Quézel 79, Abb. 263)

Die für Cypern endemische, hochmediterran – submediterrane Gesellschaft auf Eruptivgesteinen alterniert mit dem Quercion calliprinos auf Kalk. Von 800–1200 (500–1800) m kommen im Troodos-Gebirge meist macchienartige, selten hochwüchsige (10 m) Bestände vor. Quercus alnifolia als typische Macchienart bildet häufig den Unterwuchs in Schwarzkiefern- und Zedernbeständen. Typische Crepis frasii-Gesellschaft an nordseitigen Schluchtstandorten (Eruptivgestein). Pinus brutia fehlt konkurrenzbedingt. Mesociaphile Arten: Stellaria cilicica, Cyclamen cyprium, Lecokia cretica, Sedum cyprium. Ausbildungen mit Quercus infectoria (Gabbro), Cedrus brevifolia (mesophil, Tal der Zedern, Tripylos) und Acer orientale-Gebüsch. Die wüchsigere (15 m) Pinus brutia Ausbildung mit xerischen Heliophyten: Teucrium kotschyanum, Helichrysum microphyllum, Astragalus lusitanicus, Salvia triloba ssp. cypria. Bei Degradierung Cistus-Arten (creticus, salviifolius).

f) Submediterraner Fagus orientalis-Reliktwald

Im Amanus-Gebirge (Akman 73), 1000–1400 m, kommt am mediterran-montanen Arealrand eine verarmte Vicia aurantia-Gesellschaft vor; Quercus pseudocerris, Taxus baccata, Evonymus latifolius, Siler trilobam, Carpinus orientalis (Ostryo-Quercion).

2. Nordwestanatolisches Laubwaldgebiet

a) Quercus frainetto – Quercus cerris-Wald (Quercion frainetto-cerris)

Ähnlich wie am Balkan stocken am Marmara-Meer (250–950 m) und im Raum Izmit-Aydin (750–1300 m) auf Flysch, metamorphen Gesteinen (nicht auf Kalk) und humiden – subhumiden Standorten bei wechselnder Dominanz Quercus cerris – Qu. frainetto-Mischwälder. Kennzeichnend Castanea sativa, Tilia tomentosa, Pyrus communis, Mespilus germanica. **K.:** Geranium asphodeloides, Aristolochia pallida, Inula salicifolia, Achillea grandifolia, Chamaecytisus hirsutus.

Salvia forskhali – Quercus cerris-Wald (20–25 m) bei Bursa (400–1100 m) mit Digitalis orientalis, Cornus mas, Lithospermum purpurocaeruleum, Campanula persicifolia. Feuchtere

(meernähere) und wärmere Quercus frainetto-Ausbildung (Qu. dshorochensis, Lathyrus niger). Kühlere Helleborus orientalis-Ausbildung auf Flysch mit reinen Qu. cerris-Beständen.

Paeonia peregrina – Quercus cerris-Wald (Ekim 77)

Semiaride Ausbildung (750–1250 m; 500–700 mm Niederschlag) auf Serpentin-Pteridotit. 8–10 m hohe Niederwälder aus Quercus cerris – Quercus pubescens ssp. anatolica. **CA.**: Vicia hirsuta, Tanacetum parthenicum, Acer tataricum, Lathyrus digitatus.

b) Submediterraner Quercus macrolepis-Wald

In der analogen submediterranen Gesellschaft auf alluvialen Böden (450–900 m), meist degradierte Weidereste, dominiert Quercus macrolepis; beigemischt Qu. cerris, Qu. anatolica, Ulmus minor, Qu. trojana (Schwarz 36). Randliche Übergangsgesellschaft, vielfach durch Pinus nigra ersetzt.

c) Acer hyrcanum-Carpinus betulus-Wald

Im feuchteren Nordwesten (Marmara-Meer) mit Kontakt zum pontischen Wald treten Carpino-Acerion- und Fagetalia-Arten auf: Sanicula europaea, Neottia nidus-avis, Euphorbia amygdaloides. **Scaligeria tripartita-Einheit:** Auf schattseitigen Mergelstandorten dominiert hochsubmediterran (1100–1300 m) Carpinus betulus begleitet von Acer hyrcanum, Lonicera orientalis, Corylus avellana. **K.**: Astrantia maxima ssp. hardadjani, Polygonatum multiflorum, Saponaria glutinosa. **Quercus dshorochensis – Carpinus betulus-Wald:** Noch höhere Standorte auf Kalk, Serpentin und Andesit nimmt die verarmte, fragmentarische Areal-Vorposten-Einheit ein.

d) Querco-Juglandetum regiae (Zerreichen-Nußbaumwald)

Vom westlichen Anatolien (Mahmutdag/Izmir, 800 m, Hangschutt) beschreibt Schwarz (36) die Gesellschaft unsicherer Spontanität. Juglans und Castanea gedeihen erst im euxinischen Bereich optimal; Juglans regia, Prunus avium, Quercus cerris, Corylus avellana, Ranunculus umbrosus, Doronicum caucasicum, Ajuga orientalis, Galium brevifolium, Lamium striatum, Polystichum setiferum.

e) Castanetum sativae

Nur bei nachhaltiger Bodenfrische ist Castanea in der sommergrünen Mediterranstufe konkurrenzfähig (Ägäis, Kreta); z.B. Umgebung von Izmir (800 m, Schwarz 36) auf Schiefer; Platanus orientalis, Sambucus nigra, Salvia grandiflora, Viola sepincola var. pontica, Saxifraga sibirica, Stellaria cilicica, Scilla latifolia, Saxifraga hederifolia. Bei Simav/Kütahya (900 m, Braunerde) kennzeichnen eine bodenfrische Ausbildung: Quercus pedunculiflora, Quercus pubescens ssp. anatolica, Alnus orientalis, Pyrus syriaca, Ulmus minor, Celtis australis.

f) Anatolischer Flaumeichen-Steppenwald (Quercion anatolicae, Akman 72, 74, 76, Akman-Ketenoğlu 76, Quézel-Barbéro-Akman 78)

Am submediterranen Rand des anatolischen Zentralplateaus (800–1000 m) gedeihen auf Kalk-Andesit unter semiariden (bis 500 mm N) und sehr kontinentalen Standortsbedingungen nur noch kümmerliche, 0,5–2 m hohe Reste; potentiell sehr ausgedehnte Waldflächen. Quercion pubescentis-Charakter dominierend: Quercus pubescens ssp. anatolica, Coronilla varia, Vicia cracca ssp. stenophylla, Lathyrus digitatus, Trifolium pannonicum ssp. elongatum, Pyrus amygdaliformis. Die Trifolium medium-Gesellschaft (Işik, 550–600 mm N) noch relativ gut bewaldet mit wüchsigeren Beständen (Primula vulgaris, Viburnum lantana).

Pyrus elaegrifolia-Flaumeichenwald: Die am weitesten verbreitete Gesellschaft ist am stärksten degradiert (Gebüsch) infolge des extremeren Standortes; semiarider (350–400 mm), winterkalter Steppenrand. Aufbau der typischen Plateauwälder: Colutea cilicica, Jasminum fruticans, Paliurus australis, Falcaria rivini, Fraxinus parvifolia; auch Querco-Cedretalia-Elemente: Juniperus excelsa, Crataegus orientalis. Diese Gesellschaft hatte einst bis auf edaphische Sonderstandorte, den größten Teil der anatolischen Steppe eingenommen.

g) Submediterraner Pyrola secunda – Fagus orientalis-Wald

Extrazonal kommen diese Relikte am Kaz Dağ (800–1000 m, Quézel-Pamukcuoğlu 69) und Ulu Dağ (900–1300 m) kleinflächig und artenarm vor; besonders Carpino-Acerion-Elemente: Polygonatum multiflorum, Asperula odorata, Neottia nidus-avis, Lactuca muralis, Stellaria holostea, Übergang zum pontischen Buchenwald.

3. Schwarzkiefernwald (Pinion nigrae ssp. pallasianae orientalis)

Schwarzkiefernwälder umsäumen in einem breiten Band die zentralanatolische Steppe. Vom nordwestanatolischen und ägäischen Bergland bis zum Taurus, Schwerpunkt am Nordabfall, reicht das Areal (900–1500/1800 m) bis ins Amanus-Gebirge.

a) Schwarzkiefernwald im Taurus und Amanus-Gebirge

Kleinflächiger im Süden und Osten verbreitet (1450–1850 m, am Nordabfall bis 2150 m gemeinsam mit Zeder) werden auf Kalk, Silikat, Serpentin, Flysch semiaride bis humide (500–1000/1500 mm N) Standorte besiedelt. Große klimatische und geologische Unterschiede verursachen die Gesellschaftsvariabilität.

Submediterraner Zerreichen-Schwarzkiefernwald (Querco cerridis-Pinetum nigrae; Zohary 73; Asperula cymulosa-Pinus nigra-Wald, Akman-Barbéro-Quézel 78). Im Amanus und Osttaurus (1100–1400 m) stocken auf Braunerde (Ophiolit) geschlossene Zweischichtenbestände; 15–25 m hohe Schwarzkiefern (dgz 5–6 fm) und 5–6 m hoher Laubbaum-Unterwuchs (Quercus pseudocerris, Ostrya carpinifolia, Carpinus orientalis, Fraxinus ornus ssp. cilicicus. **CA.:** Luzula forsteri, Cephalanthera rubra, Cicer floribundum. In der Polygonatum multiflorum-Einheit in Mulden erreicht die Schwarzkiefer beachtliche Wuchsleistung (dgz 6–8 fm, bis 30 m, –100 cm Ø, Bernhard 31). In einer Tieflagen-Ausbildung (600–1000 m) mischen sich reichlich Quercion calliprini-Elemente ein (Styrax officinalis, Buxus longifolia).

Submediterraner Pinus brutia – Pinus nigra-Wald

Auf Kalk (1000–1300 m) kennzeichnen die geringwüchsigen Mischbestände Ostrya carpinifolia, Carpinus orientalis, Juniperus excelsa, Styrax officinalis; den wärmeren Lokal-Standort Cistus creticus, Phillyrea media. Am Taurus-Südabfall schränkt Pinus brutia das Schwarzkiefern-Areal ein. Im Antitaurus fehlt bereits Pinus nigra.

Thymus revolutus-Schwarzkiefernwald: Mehr subhumide, reine Bestände (15–20 m, dgz 2–3 fm) auf Porphyr und Kalk (900–1300/1600 m), teilweise mit Juniperus excelsa (Schiechtl 67).

Mediterran-montaner Schwarzkiefernwald

Im Amanus- und Taurus-Gebirge greift der Schwarzkiefernwald in das montane Gebiet 1400–1800 m über, wie begleitende Abieti-Cedrion-Arten belegen: Campanula psilostachya, Tanacetum cilicicum, Cephalorrhynchus tuberosus, Cicerbita mulgedioides, Corydalis solida ssp. tauricola; etwas Quercus pseudocerris. Die Thlaspi oxyceras-Gesellschaft kommt auf Ophiolit (Amanus; Trifolium davisii) und auf Kalk (Osttaurus; Gallium peplidifolium) vor. Auf tiefgründigen Sandböden siedelt der Symphytum palaestinum-Schwarzkiefernwald (bis 20 m) mit etwas

Tanne und Zeder (Trifolium caucasicum, Eranthis cilicicus). Degradierte semiaride Schwarzkiefernwälder auf Mergel kennzeichnen Juniperus excelsa, aufgelöste Waldkronenbestände Pterocephalus pinardi, Cicer anatolicum.

b) Ägäischer Schwarzkiefernwald

Küstennah (Kaz Dağ-Fethiye) ist die mediterran-montane Stufe (1300–1800/2000 m) so ausgeprägt, daß Schwarzkiefer, vom Kaz Dağ abgesehen, fehlt, da Pinus brutia vital auftritt. Vielfältige humide bis subhumide Standorte (800–2000 mm N, 2–6 Monate Trockenzeit).

Silikat-Symphytum brachycalix-Pinus nigra-Wald

Dichte Bestände mit Populus tremula, Quercus cerris und vielen Genisteen (Chamaecytisus, Cytisus, Adenocarpus, Genista anatolica; Hypericum adenocarpum (bei Muğla).

Serpentin-Schwarzkiefernwald bei Fethiye (1300–2000 m). Dichte Bestände (15–20 m) mit Teucrium sandasicum, Eryngium thoriifolium, Amaranthus leptocladus, Centaurea cariensis ssp. maculipes, Alyssum masmeneanum; über 1700 m starke, reine Bestände mit Alyssum propinquum, Sesleria phleoides.

Kalk-Dolomit-Schwarzkiefernwald: Bei Muğla (1200–1300 m) geringwüchsige (10–15 m, dgz 1–2 fm) Bestände auf Dolomit (Sesleria anatolica). Wüchsiger ist die Agropyron panormitanum-Ausbildung auf Kalk mit Paeonia mascula ssp. arietina, Populus tremula, Prunus mahaleb. **CA.:** Cicerbita variabilis, Delphinium fissum ssp. anatolicum.

c) Nordwestanatolischer Schwarzkiefernwald

Die Schwarzkiefernwälder zwischen der Steppe und dem Pontusgebirge (Bolu), 1250–1900 m bei 600–900 mm N, grenzen den submediterranen Raum ab.

Ferulago galbanifera – Pinus nigra-Wald (Ekim 77): Wüchsige Bestände (20 m) mit Quercus cerris, Populus tremula, Sorbus torminalis, Quercus anatolica, Prunus domestica ssp. insititia, Verbascum flavidum. Die Trifolium medium-Ausbildung stockt zwischen dem Quercus cerris- und dem Pinus sylvestris-Wald im Norden. Auf Gabbro und Peridodit die Silene compacta-Untereinheit.

Sesleria-argentea – Pinus nigra-Wald: Auf Kalkmergel weit verbreitet (1300–1500 m) im subhumiden (800–900 mm N) Übergang zur pontischen Region. Beigemischt sind auf Kalk Quercus anatolica. **CA.:** Tanacetum poteriifolium, Polygala supina, Iris sintenesii, Helleborus orientalis (Cornus mas).

Lathyrus czeczottianus (sericeus) – Pinus nigra-Wald (Akman 74, 76): Im Übergang (Bolu) zum Pinus sylvestris- und Abies bornmülleriana-Wald stockt (1250–1550 m) die subhumide bis semiaride, artenreiche Gesellschaft (600–800 mm N); Quercus anatolica, Populus tremula. **CA.:** Lapsana communis ssp. intermedia var. glandulosa, Genista tinctoria, Cicer anatolicum.

Astragalus syringus – Schwarzkiefern-Steppenwald (Akman 72, 76)

Bei Ankara (1350–1500 m) semiaride (300–400 mm N), sehr verarmte, geringwüchsige (4–5/8 m) Waldsteppen-Grenzbestände. **CA.:** Anthyllis vulneraria ssp. boissieri, Carex coriogyne (Cistus laurifolius).

d) Schwarzkiefernwald auf Zypern (Cephalorrhyncho cyprici-Pinetum nigrae pallasianae, Barbéro-Loisel-Quézel 74, Barbéro-Quézel 79, Abb. 263)

Auf Zypern haben sich im Troodos-Massiv an der Südseite ab 1300 m, Nordseite ab 1150 m bis 1600/1800 m über der Quercus alnifolia-Pinus brutia-Stufe reine, geschlossene Bestände erhalten, die von 1200–1660 m submediterranen, von 1660–1800 m montanen Charakter zeigen. **CA.:**

Teucrium cypricum, Scutellaria cyprica, Anthemis tricolor, Rosa chionistrae; ferner Sorbus umbellata, Cotoneaster racemiflorus, Berberis cretica.

Typischer Euphorbia cassia ssp. rigoi-Pinus nigra-Wald: Auf Ophiolit (Serpentin) stocken von 1200/1300–1600/1700 m geschlossene Bestände mit Berberis cretica, Cistus creticus, Salvia grandiflora ssp. wileana, S. triloba ssp. cyprica, Limodorum abortivum, zahlreiche Orchideen; an der unteren Verbreitungsgrenze: Quercus alnifolia (ZOHARY 73). Mesophile tiefere Paeonia mascula ssp. mascula-Ausbildung auf tiefgründigen Böden mit Allium troodii. Bodensaure Thlaspi cypricum-Ausbildung auf gering entwickelten Böden mit Jurinea cypricum, Epipactis troodii, Prunus avium.

Juniperus foetidissima – Pinus nigra Gipfelwald: Auf der Gipfelkalotte (1660–1800 m) des Troodos (Serpentin) wird Schwarzkiefer kurzschaftig, krüppelig mit winddeformierten Kronen. **CA:** Sorbus umbellata var. oblongifolia, Alyssum troodii, Onosma troodii, Nepeta troodii. Am Gipfel ist die Waldgrenze nur angedeutet; windbedingtes Gipfelphänomen. Mit zunehmender Höhe treten immer mehr Endemiten auf. Nur die oberste, degradierte Gipfelzone infolge starker Beweidung entspricht einem aufgelösten Sorbus umbellata-Juniperus foetidissima-Gebüsch; ähnlich Taurus. Bei weiterer Degradation Calamintha troodea, Saponaria troodea. An der angedeuteten Waldgrenze fragmentarische Dornpolster-Vegetation mit Astragalus echinus, Alyssum troodii.

III. Mediterran-montane Bergwaldstufe (Abb. 265)

1. Zilizischer Tannenwald (Abietetum cilicicae, Abieti-Cedrion; ZOHARY 73, AKMAN-BARBÉRO-QUÉZEL 78)

Die südostmediterrane Trockentanne besiedelt zwei getrennte Areale; im zentralen und östlichen Taurus ohne Westtaurus (A. c. ssp. cilicica). Vom Antitaurus über das Amanus-Gebirge reicht das Areal nach Nordsyrien und Libanon bis in die Höhe von Tripolis (var. isaurica). Innerhalb des Areals der Libanonzeder, die vor allem gebankte Kalke mit spaltengründigen, entwickelten Kalkstein-(Rot-)lehmböden bestockt, kennzeichnen die Tannenstandorte: meernäherer Abfall der Gebirgsketten, mediterran-montane Höhenlage, verkarstungsanfällige Dolomitkalkstandorte (Ausnahme Amanus, Serpentin), relativ humider Charakter der winterkalten, schneereichen Lagen. Durch die Beschränkung auf initialere Rendzinaböden besitzt die Tanne einen gewissen Pioniercharakter.

a) Abies cilicica-Wald im Taurus

Hochmontaner Laubbaum (Acer hyrcanum ssp. tauricolum) Abies cilicica-Mischwald (Zentraltaurus)

Locker geschlossene, 20–25 m hohe, langkronige, starkastige Bestände (2–3 fm Zuwachs, Abb. 262) kennzeichnen **hochmontan** (1600–1900 m) Corydalis solida ssp. tauricola, Cyclamen cilicicum (Abieti-Cedrion-Arten) neben weiter verbreiteten Laubbäumen auf den verbraunten Rendzinen (Braunerden): Acer platanoides, Ostrya carpinifolia, Populus tremula, Ulmus glabra. Relativ mesophil ist die Cicer isauricum-Ausbildung (A. c. ssp. isaurica) mit Brachypodium sylvaticum, Lathyrus laxiflorus, Coronilla emeroides, mesoxerophil die Quercus libani- (A. c. ssp. cilicica, Abanos) Ausbildung (Lathyrus cilicicus, Cephalanthera kurdica, Thlaspi violescens).

Tiefmontan (1400–1600 m) fehlen Laubbäume (etwas Zeder, Juniperus, viele Annuelle) in der stärker xerophilen Galium peplidifolium-Einheit (QUÉZEL-PAMUKÇUOĞLU 73, QUÉZEL et al. 74) mit reinen Tannenbeständen.

Mediterran-montane Bergwaldstufe

kühler

JUNIPERETUM EXCELSAE (Waldgrenze)
Lonicero- Geranio-
>CEDRETUM LIBANI<
Abieti- Querco-
Aceri hyrcani- Lecokio creticae-
>ABIETETUM CILICICAE<
(ssp. cilicicae) (ssp. isaurica)
Juniperetum foetidissimae-excelsae (Fagetum orientalis-Relikte)
Thlaspo- Junipero-
>PINETUM PALLASIANAE<
Querco- Cephalorryncho-
Querco alnifoliae - Cedretum brevifoliae

wärmer

Norden ⟷ Süden

Abb. 265: Waldgesellschaftskomplex in der mediterran-montanen Bergwaldstufe.

Potentilla calycina – Abies cilicica-Wald: Im **Osttaurus** (Pos, Ala Dağ; 1300–1500/2000 m) kommt auf Kalk und Serpentin die laubbaumreiche Einheit vor; Acer platanoides, Viola cilicica, Quercus pseudocerris, Ostrya carpinifolia, Carpinus orientalis, Sorbus torminalis; randlich Cedrus libani eindringend.

Lecokia cretica – Abies cilicica-Wald: Im **Osttaurus** (Bolkar Dag, Akman-Barbéro-Quézel 78) treten von 1400–1800 m auf verkarstetem Dolomitkalk bis 20 m hohe, lockergeschlossene, reine Tannenwälder (4–5 fm Zuwachs) auf. Zeder ist nicht konkurrenzfähig, Laubbäume weitgehend fehlend (Quercus coccifera tiefmontan; Carpinus orientalis nur in Gräben). Vereinzelt Juniperus excelsa und Arceuthos drupacea. **CA.:** Asyneuma amplexicaulis, Thlaspi violescens, Lathyrus elongatus. Eine hochmontane Cedrus libani-Ausbildung im **Libanon** (Qammoua-Berge; Zohary 73, Chouchani et al. 75) kennzeichnen Laubbäume: Quercus pseudocerris, Qu. libani, Sorbus umbellata, Acer hyrcanum, Acer monspessulanum ssp. microphyllum. **K.:** Lecokia cretica, Sesleria anatolica, Geranium libani, Doronicum caucasicum, Cyclamen coum.

Degradation der Tannenwälder: Trotz des jahrtausendelangen anthropogenen Einflußes haben sich vor allem im Taurus noch geschlossene Bestände (Akseki, Bolkar, Abanos, Pos, Camlayala) erhalten durch große Degradationsresistenz und gute Freiflächenverjüngung trotz intensiver Hochweide durch Saison-Nomaden (Yürüken). Vorherrschend sind aufgelöste, bis 4 m hohe, übernutzte Weidebestände (z.B. Aladag-, Bolkar-Gebiet, Schiechtl-Stern-Weiss 65). In der ehemaligen Quercus libani-Ausbildung (Populus tremula) machen sich Dornpolsterflurelemente breit. Onobrychis cornuta, Sesleria anatolica, Astragulas angustifolius, Onosma armenum, Acantholimon echinus, Juniperus drupacea et oxycedrus, Bupleurum baldense. Großflächige Degradierungsausbildungen mit Juniperus foetidissima et excelsa (Zohary 73, Chouchani et al. 75).

2. Libanonzedern-Wald (Querco-Cedrion libani)

Geschichte der Libanonzeder (Moldenke 52)

Verwendung der Zeder im Kult der Ägypter (2750 v. Chr.) als Flaggenmasten an den Tempelpylonen (–31,5 m) und zum Schiffsbau nach Einfuhr aus dem Libanon. Beim Tempelbau durch David und Salomon in Jerusalem (900 v. Chr.) Verwendung des Holzes für Dach- und Innenausstattung des Tempels (1. Könige, 6, 9–18; 5, 20). Frühzeitige Vernichtung der meisten Libanonzedernstandorte durch Brand (Jesaja 10, 19), Kahlschlag (2. Könige 19, 23, Jesaja 33, 9) und Beweidung. Durch die schwierigen Bringungsverhältnisse haben sich die Taurusvorkommen besser erhalten. Cedrus libani erreicht im cilicischen Taurus die größte Ausdehnung mit 350000 ha; 3,5% der türkischen Waldfläche (Sevim 55, Mayer-Sevim 58). Trotz jahrhundertelanger Exploitation existieren noch ansehnliche Reste der Gesellschaft im Amanus-Gebirge, in Syrien und auch im Libanon (Zohary 73). Relikte ferner bei Çatalan/Erbaa (Pontus).

a) **Zedernwälder im Taurus** (Quézel-Pamkuçuoğlu 73, Akman-Barbéro-Quézel 78, Sevim 55, Abb. 262)

Es dominieren Zedern-Reinbestände in weitgehend verkarsteten Gebirgsmassiven, kaum Mischbestände mit Abies cilicica und Pinus nigra. Im **Ost- und Zentraltaurus** mit Abies cilicica ist Zeder mit Schwerpunkt auf die mehr kontinentalen, weniger humiden Standorte im Kontakt mit Pinus nigra in den inneren Tälern und am Taurus-Nordabfall verbreitet, während Tanne meist im Kontakt mit Pinus brutia die meernäheren humiden Standorte einnimmt. Im **West-Taurus,** wo Tanne ganz und Schwarzkiefer weitgehend fehlt (nur Serpentin), baut Zeder bei breiter ökologischer Amplitude über dem Pinus brutia-Wald eine mächtige Höhenstufe (1000/1400–2000 m) auf. Das Fehlen der Tanne kann nicht edaphisch (ähnliche Böden) und klimatisch (subhumid bis humid), wohl vielleicht arealgeographisch (Einwanderungsgeschichte) erklärt werden. Kalkstandorte dominieren, vereinzelt Serpentin (Pos, Fethiye); 600–2000 mm N, 3–4 Trockenmonate, 9–13°C Jahresmitteltemperatur.

Querco-Cedrion libani-Charakterarten (Barbéro-Loisel-Quézel et al. 74): Cedrus libani, Pinus nigra ssp. pallasiana, Quercus libani, Juniperus excelsa, J. foetidissima, Arceuthos drupacea, Sorbus umbellata, Cotoneaster nummularia, Berberis crataegyna, Geum heterocarpum, Bunium microcarpum, Doronicum caucasicum, Anemone blanda, Cyclamen coum ssp. alpinum, Potentilla kotschyana, Delphinium fissum ssp. anatolicum, Dorycnium pentaphyllum ssp. anatolicum, Lecokia cretica, Crataegus orientalis, Sesleria anatolica.

Zedernwald im Westtaurus (Lonicero-Cedrion)

Auf Kalk und Dolomit stocken die ausgedehntesten und am besten erhaltenen Bestände bei relativ humidem Klima (1000–2000 mm N); Quézel-Pamukçuoğlu 73, Çetik 76, Mayer-Sevim 58. Tiefmontan fehlen Laubbäume, von Quercus libani abgesehen. Hochmontan sind reichlich Laubbäume beigemischt; je nach Standort Populus tremula, Quercus cedrorum, Acer hyrcanum, Acer platanoides; im Osten Ostrya carpinifolia, Populus tremula (vielfach wipfelschäftig), Lonicero-Cedrion-Arten: Cedrus libani, Lonicera nummulariifolia ssp. glandulifera, Acer hyrcanum ssp. sphaerocarpum, Digitalis cariensis.

Alliaria officinalis-Zedernwald (Abb. 262)

In dieser verbreitetsten Kalk-Gesellschaft (1600–2000 m, Ciğlikara) stocken geschlossene bis plenterartige Bestände von mittlerer (20–30 m) bis besserer (30–42 m) Wuchsleistung (nach Akman-Barbéro-Quézel 78; bis 50 m?). Es kann Starkholz (80–140 cm ∅) produziert werden; Koc-Zeder, 180 cm ∅, 35 m, 41 Vfm (Mayer 79). Die Wuchsform ist bis ins hohe Alter (300–500 Jahre; nach Gaussen 73, 1000 Jahre) schmalkronig, fast wie bei Lärchen pyramidenähnlich und schwachastig. Die südwestanatolische Schlankzeder ssp. stenocoma wohl eine Standortsmodifikation. Nur bei geringer Wuchsenergie wird der typische Stockwerkaufbau der Krone ausgebildet. Holzvorräte von 200–400/500 Vfm belegen eine gute Leistungsfähigkeit, auch an mittleren Standorten bei zurücktretendem anthropogenen Einfluß (Zuwachs 2–5 Vfm); wüchsige Alliaria-Einheit 6–12 fm/Jahr/ha. **CA.:** Rosa pulverulenta, Chamaecytisus pygmaeus, Cicerbita variabilis, C. longirostris, Saponaria glutinosa, Scrophularia scopolii. Subassoziationen: Besonders wüchsig ist die nordseitige, humide Paeonia turcica-Einheit auf verbraunter Rendzina mit Laubbaum-Nebenbestand; Acer platanoides, Ulmus glabra, Populus tremula, Acer hyrcanum ssp. sphaerocarpum. Auf tiefgründigen, schwach geneigten, leicht versauerten Böden differenziert Cerastium fragillinum. Hochmontan auf gering entwickelten, felsigen Rendzinen stockt die Festuca varia-Einheit; Übergang zu Cedrus-Juniperus-Waldgrenzenbeständen.

Oryzopsis holciformis-Zedernwald: Tiefmontaner (1500–1600 m), sonnseitig exponierter, noch geschlossener Zedernwald (20 m) auf verbraunter Rendzina. Juniperus excelsa et foetidissima beigemischt, etwas Quercus libani, Acer orientale. **CA.:** Delphinium fissum ssp. anatolicum, Campanula michauxioides. Unter 1350 m hochsubmediterrane Ausbildung mit Quercus coccifera

und Pinus brutia (1000–1250 m, Mayer-Sevim 58), wobei Zeder in der var. glauca auftritt; einzelne Macchien-Elemente. Degradationsstadien bilden die Baumwacholder-Pseudo-Klimaxbaumarten (Juniperus foetidissima, excelsa) mitunter mit beträchtlichen Dimensionen; 700jähriger Löwenwacholder bei Elmali 22 m Höhe, 2,80 m Ø. Baumwacholder treten bei stärkerem anthropogenem Einfluß nach Aushieb der begehrten Zeder hervor (Pamay 55).

Zedernwald im Zentral- und Osttaurus (Abieti-Cedrion)

Gipfel- und tiefere Kuppellagen (1600–1900 m) auf Kalksteinbraunlehmböden über der Schwarzkiefernstufe (Flysch 1450 m) besiedelt die Zeder, während die Tanne im Inner-Taurus auf Schluchten beschränkt ist. Da Tanne mit ausgeprägtem Schattbaumcharakter auf meernähreren Standorten geschlossene, plenterartige Bestände aufbaut, sind gleichwüchsige Mischbestände vorübergehende Entwicklungsphasen. Die Zeder wird im Tannenareal auf Steilabbrüche, felsige Reliktstandorte und hochmediterrane trockenere Standorte abgedrängt. **Abieti-Cedrion-Arten** (Quézel-Pamukçuoğlu 73) im Taurus-Amanus: Abies cilicica, Quercus cedrorum, Sorbus torminalis ssp. orientalis, Coronilla varia ssp. libanotica, Corydalis solida ssp. tauricola, Tanacetum cilicicum, Cephalorrhynchus tuberosus, Scilla cilicica, Acer hyrcanum ssp. tauricolum, Cyclamen cilicicum.

In der noch wüchsigeren (30 m) **Thlaspi cataonicum-Gesellschaft** im Osttaurus (Fekete) bilden Quercus cedrorum, Qu. libani, Qu. pseudo-cerris, Sorbus aria, Carpinus orientalis den Nebenbestand; Helleborus vesicarius, Veronica syriaca, Scilla bifolia. Die im Osttaurus endemische Einheit auch im Amanus (Akman 73). An der Zedern-Ostgrenze bei Maraš (Quézel-Pamukçuoğlu 73) noch randlich Fagus orientalis. Zedernwälder im Zentral-Taurus (Bolkar Dag) ähneln dem Lecokia cretica-Tannenwald; Asyneuma amplexicaula; Sesleria anatolica (argentea)-Subassoziation. Semiaride, geringwüchsige Ausbildung mit Schwarzkiefer und reichlich grasreiche Degradationsstadien am Steppenwaldrand (Markgraf 58).

b) Zedernwald im Libanon und in Syrien

(Barbero-Loisel-Quézel 74, Chouchani-Khouzami-Quézel 75, Zohary 73)

Der berühmte Zedernwald von Bcharre (1850–1900 m) mit alten majestätischen Bäumen (jetzt Naturschutzgebiet) in einer verkarsteten Hochgebirgslandschaft mit dornigen Astragalus-Polstern hat als Relikt den jahrtausendelangen menschlichen Einfluß überdauert (Mayer-Servim 58). Vor der Unterschutzstellung war keine Verjüngung zu sehen. Die Zedernwald-Restflächen reichen vom Amanusgebirge nach Süden bis Sidon-Tripolis und sind anthropogen wesentlich stärker als im Taurus beeinflußt. Zwischen 1400–2000 (2200) m treten typische Klimax-Restwälder (1700 ha) überwiegend auf mesozoischen Hartkalken auf; vereinzelt auf Silikat (Hadeth).

Abies cilicica-Cedrus libani-Wald mit Lecokia cretica (Abieti-Cedrion): Auf dem Nordlibanon (1500–1900 m, Chouchani et al. 75) beschränkt bleibt in den stabileren Zwischenschichtenbeständen Abies cilicica im Nebenbestand; Quercus pseudocerris, Qu. cedrorum, Juniperus foetidissima, Berberis libanotica, Lonicera nummulariifolia, Doronicum austriacum, Cnidium orientale, Cephalorrhynchus candolleanus. Bei der analogen Gesellschaft im Taurus mit vitalerer Tanne ist dieser Typ selten, da die Entmischung rascher vor sich geht.

Quercus libani – Cedrus libani-Wald im Libanon und in Syrien (Geranio-Cedrion): Im Nordlibanon und in Syrien (Djebel Alaouite) stocken hochmediterran (1600–1900 m) eichenreiche Mischbestände (Abi-Saleh et al. 76): Cedrus libani, Quercus libani, Qu. cedrorum, Qu. pseudocerris, Qu. brantii ssp. look, lokal auch Quercus boissieri, Qu. calliprinos randlich; **CA.:** Geranium libani, Geranium libanoticum, Pimpinella anthriscoides, Lathyrus libani, Corydalis solida var. brachyloba, Prunus ursina, Rubia aucheri, Bunium elegans var. junceum; auch Acer hyrcanum, Cotoneaster racemiflora, Adenocarpus divaricatus, Festuca valesiaca, Hordeum bulbosum, Lamium striatum (vgl. Chouchani et al. 75). Den typischen reinen Zedernwald auf Kalksteinbraunlehmböden im Nordlibanon (1800 m) kennzeichnen: Cedrus libani, Quercus cerris var. kotschyana, Lonicera nummularia, Berberis cretica, Cotoneaster racemiflora, Ribes orientale,

Sorbus umbellata, Daphne oleoides, Salvia multicaulis. Arceuthos drupacea-Ausbildung (Alaouite) in Syrien. Auf felsigen Standorten, nahe der Waldgrenze und besonders in anthropogen aufgelösten Beständen kennzeichnet Berberis cretica, Melica ciliata, Onosma cinereum, Salvia grandiflora, Aubretia deltoidea, Asplenium adiantum-nigrum.

c) Cedrus libani-Relikt bei Erbaa (Nordanatolien)

Rund 60 km südöstlich von Samsun existieren noch drei größere postglaziale Reliktbestände; 120 ha (Savas 46). Die Reliktzeder (blaugrüne Farbvarietät) ist ausgesprochen kurznadelig (vgl. brevifolia). In 700–1000 m Höhe werden Basalt-Steilhänge besiedelt in dem mäßig niederschlagsreichen, kontinental getönten Gebiet. Die dominierende Klimaxgesellschaft ist der Buchen-Eichenwald (Quercus petraea, Quercus pendunculiflora, Carpinus orientalis, Fagus orientalis), an trockenen Standorten Pinus sylvestris und Pinus nigra. Arealkundlich bezeichnend ist der Kontakt zum reliktischen Rotföhrenwald (Pinus brutia, Quercus ilex, Pistacia lentiscus, Phillyrea media, Arbutus andrachne) in warmen Tallagen. Das gleichzeitig reliktische Überdauern von Cedrus libani und Pinus brutia an der Nahtstelle von Abies bornmülleriana und A. nordmanniana geht auf die lokal geringere Konkurrenzierung durch Schattbaumarten zurück. Relativ geringe Niederschläge (600–800 mm) bei der breiten Gebirgssenke haben wohl das Überdauern in feuchteren Postglazial-Perioden ermöglicht (siehe Beug 68).

d) Cedrus libani var. brevifolia-Wald in Cypern
(Querco alnifoliae-Cedretum brevifoliae Barbéro-Quézel 79; Abb. 263)

Am Nordabfall des Troodosgebirges existieren zwischen 800–1000/1400 m (900 mm N) auf rund 1000 ha noch etwa 7000 ältere Exemplare der kurznadeligen Cedrus libani var. brevifolia. Da der Chionistra (1953 m) fast bis zum Gipfel von einem konkurrenzkräftigen Pinetum nigrae eingenommen wird, konnte sich keine Zedernwald-Klimaxstufe erhalten. Das edaphisch begünstigte Reliktvorkommen auf ultrabasischen Gesteinen hat sich aufgesplittert im Kontaktbereich vom Pinetum nigrae, P. brutiae und Quercetum alnifoliae vor allem an Nordseiten erhalten, wo laubwerfende, geringwüchsige Eichen die Schlußwaldbestockung bilden.

Im geschützten «Tal der Zedern» (Tripylos) erreichen die Zedernbestände am Unterhang 25–30/33 m Höhe, während auf durchschnittlichen Hanglagen (15–25 m) regelmäßig Quercus alnifolia (Acer orientale) beigemischt ist und auf begrenzenden Rücken Pinus brutia eindringt. Auf Graten und Bergkuppen stocken in höheren Lagen (Stavros, 1400 m) geringwüchsige, krüppelige 8–15 m hohe, auf diesen Extremstandorten konkurrenzlose Schutzwaldbestände. Die Zedernreichsten Standorte kennzeichnen: Arrhenaterum elatius, Cephalorrhynchus cypricum, Poa sintenesii, Galium peplidifolium, Stellaria media ssp. postii, Epilobium montanum, Cistus creticus, Pteridum aquilinum. In den degradierten Quercus alnifolia-Wald (5–6 m) nordseitiger, tiefgründiger Eruptivstandorte (800–1000 m) dringt Zeder stärker ein, mesophile Variante mit Crepis frasii, Stellaria cilicica, Cyclamen cypricum, Lecokia cretica, Sedum cypricum. Der **Reliktcharakter** der Zeder geht deutlich aus zerstreuten Tieflagenvorkommen hervor. Beim Kloster Kykko-Tron kommt Zeder (blaue Varietät) geringwüchsig (8–12/14 m), krummschaftig, starkastig und mit Trockenschäden in schuttreichen Pinus brutia-Steilhangbeständen auf Diabasranker vor: **CA.**: Astragalus lusitanicus, Teucrium kotschyanum, Pistacia palaestina (Cistus creticus).

e) Vergleich der mediterranen Zedernvorkommen (Tab. 5)

Cedrus brevifolia nimmt auf Cypern nur ein kleinflächiges Reliktareal als geringwüchsige Mischbaumart im Quercus alnifolia- und Pinus brutia-Wald ein. Die Libanon-Zeder besitzt im Taurus noch ausgedehnte und wüchsige Bestände vom semihumiden bis semiariden Charakter. Besonders wüchsige, humide Ausbildungen wie im Atlas fehlen. Die unterschiedliche Wuchspotenz geht aus der Wuchsleistung der bisher bekannten stärksten Zedern hervor (Mayer 79):

Tab. 5: Vergleich der mediterranen Zedern-Vorkommen (MAYER 80)

	Atlas	Cypern	Taurus-Libanon
Verbreitung	150 000 ha	7000 Altbäume auf 1000 ha	350 000 ha Taurus, Libanon
Höhenlage	1500–2900 m	900–1400 m	1200–2100 m
Jahresniederschlag	450/600–1900 mm	700–900 mm	600–1500/2000 mm
Mischung	Cedrus atlantica rein und gemischt mit Juniperus thurifera, Quercus ilex/faginea (Abies maroccana)	Cedrus brevifolia als Mischbaumart im Qu. alnifolia- u. Pinus brutia-Wald	Cedrus libani rein und gemischt mit Abies cilicica, Pinus nigra, Pinus brutia, Qu. boissieri, Juniperus foetidissima/drupacea
Alter (Jahre)	300–600 (1000)	100–200/300	300–500
Wuchsleistung Oberhöhe (m)	10/20–40/50 m	8/15–25/33	10/20–30/42
Vorrat Vfm	200–600/800	50/00–200/300	100/200–400/500
Zuwachs Vfm	(1)3–5 (7)	1–2 (3)	(1) 3–5
Charakter	semiaride-humide Schlußwaldgesellschaften, mediterran-montan	hoch-mediterranes reliktisches Vorkommen	semiaride bis semihumide Gesellschaften, mediterran-montan

Cedrus atlantica (Cèdre Gouraud, Azrou): 44 m Höhe, 240 cm ∅, 92 Vfm;
Cedrus libani (Koç, Lübnan, Sediri/Elmali) 35 m, 180 cm ∅, 48 Vfm.
Cedrus libani (Bcharre, Königin des Waldes; 25(40) m, 4,6 m ∅).

Nach Flächenausdehnung, Standort und Wuchsleistung können sowohl Atlas-Zeder als auch ganz besonders Libanon-Zeder einen wertvollen Beitrag zur Holzproduktion leisten. Geringwüchsige Standorte sind besonders auf Kalk schutzbedürftig. Für die Zedernrelikte auf Zypern ist der absolute Schutz im Naturwaldreservat Paphos wünschenswert.

3. Baumwacholder-Bestände

a) Mediterran-montane Juniperus excelsa-Juniperus foetidissima-Gesellschaft

Lockere Baumwacholderbestände (10–20 m) sind auf dem anatolischen Taurus-Abfall in Degradationsstadien nach Schlag, Brand oder Weide weit verbreitet (1450–2050 m), natürlich über der Waldgrenze vorkommend; vergleichbar Juniperus thurifera im Atlas. Juniperus excelsa mit der weitesten ökologischen Amplitude (DAFIS 65) dominiert; J. foetidissima beigemischt (lokal auch reine Bestände, Taye Dağ/Antalya), vereinzelt Arceuthos drupacea bei Tannenwald-Degradation; ferner krüppelige Zedern, Tannen, Schwarzkiefern. In der Türkei stellt Juniperus ein bedeutendes Produktionskapital (rund 5,5 Mio fm) dar, mit jährlichen Nutzungen von 3000 fm (PAMAY 55).

Arceuthos (Juniperus) drupacea (PAMAY 55). Zypressenähnliche Wuchsform (10–12 m, bis 25 cm ∅), Mischbaumart der Zedern-, Tannen- und Schwarzkiefernwälder; auch Dünenbuschwälder (HOFMANN 40).

b) Kulminale Juniperus excelsa-Waldgrenzen-Gesellschaft

Von 2100–2400 (2750) m bildet am Taurus-Nordabfall Juniperus excelsa einen Gürtel reiner, räumdiger, stark durch Weide degradierter Bestände von subhumidem-semiaridem Charakter. Juniperus foetidissima geht nur bis zur Zedern-Waldgrenze.

c) Submediterrane Baumwacholderbestände

Fast durchwegs regressive Stadien des Quercetum anatolicae und des Pinetum nigrae, besonders in der Nähe der anatolischen Steppe (900–1000 m): Juniperus excelsa et foetidissima, Quercus pubescens ssp. anatolica. Bei Elmali (1000–1300 m) an der unteren Zedernwaldgrenze dominiert wuchskräftig Juniperus foetidissima mit beachtlicher Wuchsleistung; Quercus coccifera, Jasminum fruticans, Rhamnus lycioides, Pistacia palaestina.

d) Eumediterrane Baumwacholderbestände

Bei Termessos nimmt Juniperus foetidissima (6–7 m) auf erodierten Kalkböden mit Matorral-Unterwuchs Standorte des Quercion calliprini ein. In Nordanatolien (200–400 m) Juniperus excelsa auf erodierten Kalkböden im Kontakt zu Pinus brutia; Punica granatum, Pistacia atlantica, Paliurus spina-christi. **Juniperus oxycedrus-Gebüsch:** Im degradierten Quercus calliprinos-Wald (Libanon, ZOHARY 73) breitet sich Juniperus oxycedrus aus. In der Macchie werden Kugelpolsterpflanzen wie Astragalus, Acantholimum oder Onobrychis häufig. Das typische Invasions-Zwergstrauchgebüsch von anthropogenen Degradationsstadien reicht mit weiter ökologischer Amplitude (900–1900 m, Ararat bis 3000 m) bis in den montanen Bereich hinein.

e) Nordwestanatolisches Juniperus nana-Gebüsch

Randlich kommt auf Kalk und Silikat, natürlich über der Waldgrenze (oder auf Blockgestein), die Einheit über dem Tannenwald (Ulu Dağ) oder über dem Schwarzkiefernwald (Kaz Dağ) vor und fällt gegen Süden aus. **CA.:** Genista lydia, Prunus prostrata, Daphne oleoides.

4. Westanatolische Randgesellschaften

a) Orientalischer Buchenwald (Fagetum orientalis)

Vicia aurantia-Fagus orientalis-Reliktwald (Taurus)

Das Fagetum orientalis im Taurus und Amanus (AKMAN-BARBÉRO-QUÉZEL 78, AKMAN 73) ist der isolierte Rest einer größeren Verbreitung während einer feuchteren Postglazialperiode. Im Amanus (1500–1900 m) werden humide Standorte auf verschiedenen geologischen Substraten besiedelt. **CA.:** Paeonia kesrouanensis, Mercurialis ovata, Polygonatum multiflorum neben Fagetalia-Arten: Asperula odorata, Sanicula europaea, Moehringia trinervia, auch pontische Elemente: Staphylea pinnata, Ilex colchica, Ruscus hypoglossum. Submediterran (1000–1400 m) verarmt mit Quercus pseudocerris, Taxus baccata, Euonymus latifolius, Siler trilobam, Carpinus orientalis (Ostryo-Quercion). Relikte im Ost-Taurus bei Pos/Ziyaret auf Ophiolit (1800–2000 m) haben Kontakt mit Schwarzkiefer (QUÉZEL-PAMUKCUOĞLU 73). Weitere Relikte noch im Gök-Su-Hochtal (Sambeyli). **Submontanes Fagetum orientalis** (1300–1500 m) mit Pyrola secunda, Polygonatum multiflorum (Kaz Dag). **Aspen-Wald.** Populus tremula ist dem taurischen Tannen- und Zedernwald beigemischt, so daß sich auf Freiflächen Vorwaldbestockungen der Pionierbaumart bilden können. Am Steppenrand (AKMAN 76, KETENOĞLU 77) nördlich Ankara, entwickeln sich auf vergleyten Muldenstandorten stabile Bestände mit hygrophilen Arten (Valeriana alliariaefolia, Ranunculus constantinopolitanus), die sich nicht zum Kiefernwald weiterentwickeln.

b) Abies equi-trojani-Wald (Abietetum equi-trojani, ATA 75, MAYER 80, Abb. 262)

Im mediterran-tiefmontanen Grenzgebiet siedelt Abies equi-trojani in den Kazdağlari meist auf Schattseiten beschränkt (5500 ha) unweit von Troja. Infolge Holznutzung, Weide und Brand nimmt gegenwärtig die Schwarzkiefer viele potentielle Tannenwaldstandorte ein. Es fallen etwa

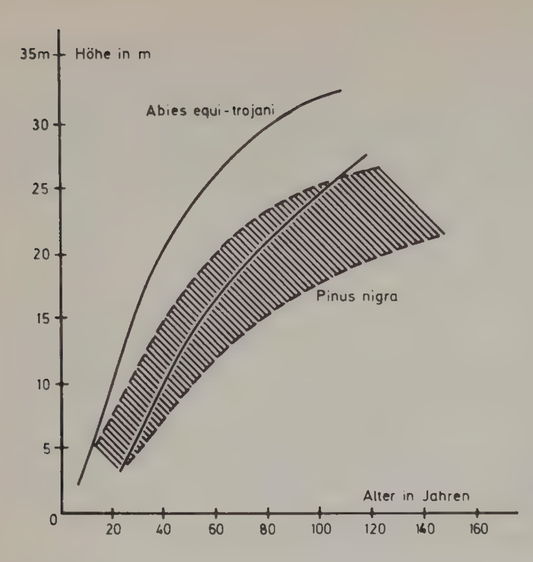


Abb. 266: Wuchsrelation von Abies equi-trojani und Pinus nigra auf der Grundlage von 60 Stammanalysen im Kazdağlari-Gebiet (ATA 75, aus MAYER 80).

650–1300 mm N (Sommer 75–100 mm). Zwischen 1000–1600 m kommt schattseitig das typische Abietetum equi-trojani vor, während auf der Sonnseite von Pinus nigra dominierte Mischbestände vorherrschen (Abb. 260).

In der Baumschicht erreicht Tanne mit 90 Jahren bereits 25–30 m Höhe, während beigemischte Schwarzkiefern gleiche Höhen erst mit 130–160 Jahren erzielen. Nach anfänglich gleichem Jugendstart wird die Tanne ab etwa 20 Jahren der Schwarzkiefer vorwüchsig (Abb. 266). Die Schluß- und Halbschattbaumart Tanne ist damit auf der Freifläche ausnahmsweise raschwüchsiger als die Lichtbaumart Schwarzkiefer. Lokal auftretende Mischbaumarten: Fagus orientalis (höhere Lagen), Quercus petraea, Qu. frainetto, Qu. pubescens, Castanea sativa, auch Sorbus torminalis, Carpinus betulus, Populus tremula. S.: Euonymus latifolius, Hedera helix, Rubus fruticosus. Besonders bezeichnend Pyrola-Arten (uniflora, secunda, chloranta, minor); ferner Galium rotundifolium, Ranunculus diversifolius, Luzula sylvatica. Mitteleuropäische Arten Dryopteris filix-mas, Polystichum setiferum, Epilobium montanum, Dentaria bulbifera, Galium odoratum, Melica uniflora, Epipactis helleborine, auch Vaccinium myrtillus.

Abieti equi-trojani-Fagetum orientalis von labiler Struktur auf höheren, humiden Schattseiten (1300–1600 m) kennzeichnen: Rubus caesius, Astragalus glycyphyllos, Monotropa hypopitys, Ranunculus brutius, Fagus-Variante mit Sanicula europaea, Festuca drymeia. Abies-Variante mit Calamintha grandiflora, Pyrola minor, P. chlorantha. Die Buchenwälder und Abies equi-trojani-Wälder des Kaz-Dağ-Gebietes gehören schon zum Fagion orientalis (QUÉZEL-PAMUKÇUOĞLU et al. 78).

Abies equi-trojani, bereits in der Odyssee erwähnt, konnte ihr reliktisches Areal in feuchteren postglazialen Perioden bei zeitweiser stärkerer Ausbreitung von Fagus orientalis nur dank gewisser Pioniereigenschaften (Freiflächenverjüngung, Raschwüchsigkeit) behaupten. Durch diese Selektion stellt die kampfkräftige Abies equi-trojani forstgenetisch eine besonders wertvolle Baumart für mitteleuropäische Anbauversuche dar, um so mehr als es sich um einen luxurierenden Bastard (bornmülleriana x borisii-regis) handeln dürfte, der gegenüber der Pionierbaumart Pinus nigra auf der Freifläche konkurrenzkräftig ist.

c) Abieti bornmüllerianae-Fagetum orientalis

Am Ulu Dağ (1200–1800 m, metamorphe Gesteine, 900–1100 mm N) ist die Gesellschaft bereits typisch entwickelt mit vielen Fagion-Arten: Daphne pontica, Cyclamen coum. **CA.:** Trachystemon orientale, Dentaria bulbifera, Dryopteris filix-mas, Campanula olympica, Aristolochia hirta, Asperula odorata. Die Vorposten-Gesellschaft gehört bereits zu den pontischen Wäldern (vgl. AKSOY-MAYER 75).

d) Nordwestanatolischer Pyrola secunda-chlorantha-Pinus sylvestris-Wald

Im mediterran-montanen Grenzbereich (1500–2000 m; Kizil Cahaman, Turkman Sundiken Dag) stocken auf kalkfreien Standorten (Andesit) geschlossene, wüchsige (20–25 m) Pinus sylvestris-Bestände von subhumid bis humidem Charakter (700–900 mm N). Vereinzelter Laubbaum-Nebenbestand (5–8 m): Populus tremula, Sorbus torminalis. Untergesellschaften mit Hypericum confertum (mediterrannäher), Hieracium oblungum, Asperula cymulosa, Lathyrus laxiflorus); Rubus idaeus (semikontinental), Astragalus squalidus, Luzula campestris, schon Fagion-Element wie Juniperus communis ssp. nana, Epilobium lanceolatum, Abies bornmülleriana (mesophile Schattseite), Pyrola uniflora, Monotropa hypopitys, Senecio taraxacifolia, Hieracium medianiforme.

F. Südwestmediterrane Hartlaubwaldzone der Atlasländer

I. Mediterrane Hartlaubwaldstufe

(Emberger 39, Knapp 73, Barbéro et al. 81, Abb. 267, 268, 269)

In Marokko, Algerien und Tunesien hat der Grundstock der Vegetation noch west- und mittelmediterranen Charakter. Speziell charakterisieren Steppen- und Halbwüstenelemente, Endemiten wie Tetraclinis articulata, Argania spinosa, aber auch mesophile Glazialrelikte (Taxus baccata). Die Vegetationsgliederung ist gekennzeichnet durch eine gegen Süden mächtigere mediterrane Stufe, die bis zur Waldgrenze reicht, eine differenzierte humide bis semiaride Ausbildung der Waldgesellschaften je nach Niederschlagsangebot und häufig Kontakt mit Steppenbuschwaldgesellschaften im Norden und Süden (Abb. 268). Die von Emberger (39) und Knapp (73) skizzierte Vegetationsgliederung konnte durch Guinochet (80) und besonders durch Barbéro-Quézél-Rivas-Martinez (81) verfeinert werden.

1. Ölbaum-Pistazien-Buschwald (Asparago-Rhamnion)

Der tiefmediterrane Hartlaub-Buschwald mit Olea europaea ssp. oleaster, Pistacia lentiscus (Ceratonia siliqua) gedeiht im warmtrockenen, küstennahen Gebiet unter 500 m (400–800 mm N) auf tiefgründigen, relativ nährstoffreichen Böden. Die Standorte sind durch Rodung, Holz-, Kohle- und Brennholzgewinnung, Beweidung stark beeinflußt. Nur teilweise existieren noch natürliche Vegetationsreste; meist handelt es sich um strauchreiche Degradierungs-Macchien und -Zwergstrauchgesellschaften der Cisto-Rosmarinetea (Guinochet 80), in Tunesien und Algerien z.B. Chamaeropo humili-Asparagetum altissimae. Die subhumide bis semiaride Waldpioniergesellschaft des **Asparago-Rhamnion oleoides** (Barbéro et al. 81) kennzeichnen Rhamnus oleoides et angustifolia, Asparagus albus et aphyllus, Bupleurum gibraltaricum, Calycotome villosa; ferner Quercus coccifera, Qu. suber, Arbutus unedo, Phillyrea angustifolia.

a) Subhumides Clematidi cirrhosae-Ceratonietum siliquae

In Nordmarokko – Mittleren Atlas (300–500/1000 m) kennzeichnen frische basenreiche Unterhänge das strauchreiche, schwer durchdringliche Gebüsch: Arisarium vulgare, Jasminum fruticans, Olea europaea, Pistacia lentiscus. Macchien-Ausbildung (Prasium majus) mit Quercus coccifera (Guinochet 80); Quercetum rotundifoliae-Nähe. Chamerops humilis-(Tonboden) und Tetraclinis articulata-Regressions-Ausbildung. Auf subhumiden Silikatstandorten leitet die Ma-

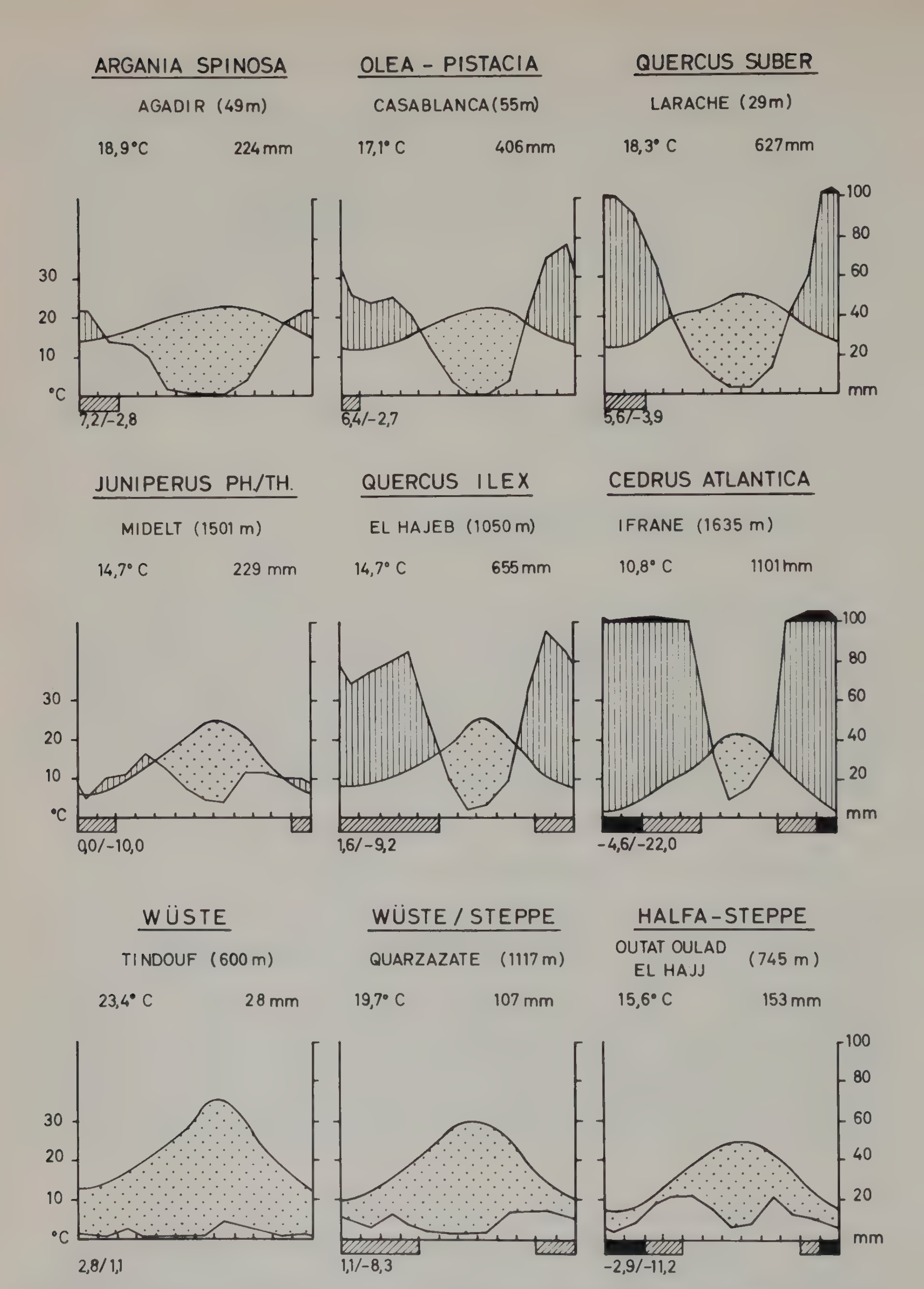


Abb. 267: Klimadiagramme aus Marokko, die von Agadir (Steppe) nach Norden und gegen das Gebirge (Ifrane-El Hajej) die Niederschlagszunahme belegen. Midelt liegt am Übergang vom semiariden Trockengebüsch (Stipa) zur Steppe. Der Übergang zur Steppe und Wüste erfolgt am Südabfall des Taurus rasch.

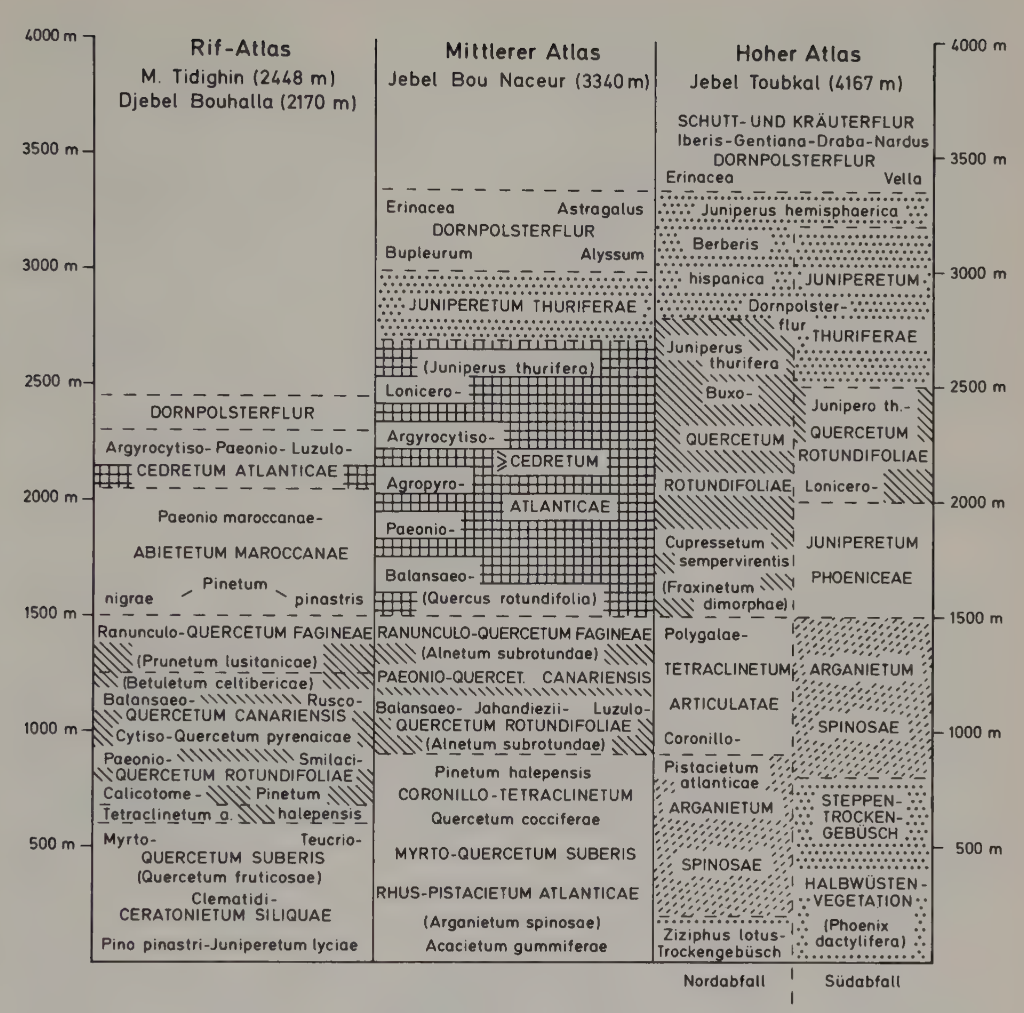


Abb. 268: Vegetationsprofile im marokkanischen Atlas (Emberger 39, Knapp 73, Achbal et al. 80, Barbéro et al. 81). **Semihumides Profil Rif-Atlas.** Die immergrüne Mediterranstufe steigt über 1000 m. Über der schmalen submediterranen Eichenwaldstufe folgt der Abies pinsapo-Wald mit Cedrus-Dauergesellschaften. Im relativ niederschlagsreichen Rif-Atlas haben sich viele feuchtigkeitsbedürftige Relikte erhalten. **Semihumides-semiarides Profil Mittlerer Atlas.** Die tief- und hochmediterrane Hartlaubvegetation ist bis 1500 m breit entwickelt, dort im Kontakt mit dem Quercus faginea- und canariensis-Wald. Über 1000 m mächtig ist die Zedernwaldstufe, tiefmontan-semihumid mit Paeonia coriacea, hochmontan bei abnehmendem Niederschlag mit Juniperus thurifera, der die Waldgrenze bildet. Ausgedehnte Dornpolster- und Kraut- bzw. Schuttflur, sogar mit reliktischen alpinen Elementen. **Semiarides Profil Hoher Atlas.** Schon am Nordabfall treten Steppen-Trockengebüsche auf, die zusammen mit Steppenrasen und Halbwüstenvegetation für die südliche Gebirgsbasis typisch sind. Der Argania-Steppenwald ersetzt im Süden die feuchtigkeitsbedürftige Tetraclinis articulata; lokal Zypressenwald. Im Norden bilden geschlossene Quercus rotundifolia-Wälder die Waldgrenze, gegen Süden werden aufgelockerte Wacholder-Eichenmischwälder von einer Juniperus thurifera-Stufe überlagert.

kühler-feuchter ↕ wärmer-trockener

Paeonio- / Luzulo- / Smilaci- >QUERCETUM ROTUNDIFOLIAE< Balansaeo- / Buxo- / Junipero-
QUERCETUM
canariensis-COCCIFERAE-fruticosae
CUPRESSETUM SEMPERVIRENTIS
PINETUM PINASTRIS
ssp. mesogeensis — ssp. renoui
PINETUM HALEPENSIS
Calicotome- / Coronillo- >TETRACLINETUM ARTICULATAE< Polygalo- / Cyclameno-
Teucrio- / Myrto- >QUERCETUM SUBERIS — Juniperetum phoenicea
CLEMATIDI-CERATONIETUM SILIQUAE
RHUS-PISTACIETUM ATLANTICAE
ARGANIA-SPINOSA-STEPPENWALD
Trockengebüsch: Ziziphus lotus-Acacia gummifera
Steppenrasen: Stipa tenacissima-Artemisia herba-alba

Abb. 269: Waldgesellschaftskomplex in der tief- und hochmediterran-montanen Hartlaubwaldstufe des Atlasgebietes.

torral-Waldpioniergesellschaft (Asparago aphylli-Calycotometum villosae) zum Myrten-Korkeichenwald über.

b) Semiarides Rhus pentaphyllo-Pistacietum atlanticae

Die xerisch-kontinentale Ausbildung kommt vom Zentralplateau bis zur Sahara-Grenze vor, auch im Kontakt zum Arganietum auf schweren Tonböden (Emberger 39). Primäre Waldpioniergesellschaft auf Kalk (300–800 m), meist extrem degradiert sekundär; **CA.**: Rhamnus oleoides ssp. atlantica, Asparagus altissimus, Tetraclinis articulata. Niemals fehlend: Withania frutescens, Ziziphus lotus, Ephedra fragilis. Blumenreiches Degradationsstadium mit Iris tingitana (E=Endemit), Salvia maroccana (E), Centaurea diluta. Wenig xerisch ist in Tälern und Schluchten auf Silikat das 4–5 m hohe Phillyreo latifoliae-Oleetum sylvestris mit Pistacia lentiscus et atlantica, Rhus pentaphylla. Als Grenzgesellschaft treten am Hohen Atlas-Nordabfall das semiaride Rubio longifoliae-Euphorbietum resiniferae und das aride Ephedro cosossonii-Acacietum gummiferae (700–1100 m) unterhalb des Tetraclinetum auf. Periplocion angustifoliae wie im südostspanischen Gata.

2. Semiarider Eisenholzbaum-Parkwald (Arganietum spinosae)
(Knapp 73, Abb. 270)

Dieser marokkanische Endemit ist im Südwesten auf zwei größere steppennahe Teilareale (650000 ha) mit geringem Jahresniederschlag (150–300 mm) beschränkt; Marakesch-Mogador, kleinflächig bei Rabat. Die Südgrenze verläuft im Anti-Atlas; Tindouf. Dieser aride, pathologisch und entomologisch sehr widerstandsfähige Baum ähnelt durch sperrigen, dornigen Wuchs dem Ölbaum, greift aber noch weiter in das Steppengebiet hinein. Es überwiegen 5–10/15 m hohe, lichte, parkartige Bestände mit landwirtschaftlichem Zwischenanbau (Getreide). Durch regelmäßige Beweidung stellt sich häufig Triftvegetation ein. Bei geschützten Beständen (Marabout, Heilige Stätten) besteht der natürliche Unterwuchs aus immergrünen Sträuchern und Lianen; Pistacia lentiscus, Olea europaea, Rhamnus alaternus, Ephedra altissima, Aristolochia baetica, Acacia gummifera. Eine mehr semiaride Einheit an der Westküste (Kap Rhir) mit kanarischer Vegetation (Kleinia anteuphorbia, Euphorbia regis-jubae), ein landesinnerer, arider Typ mit Ziziphus lotus, Euphorbia echinus, noch arider und steppennäher mit Acacia tortilis, Haloxylon tamariscifolium. Entlang von Gräben und zeitweise wasserführenden Rinnsalen wachsen Galerie-

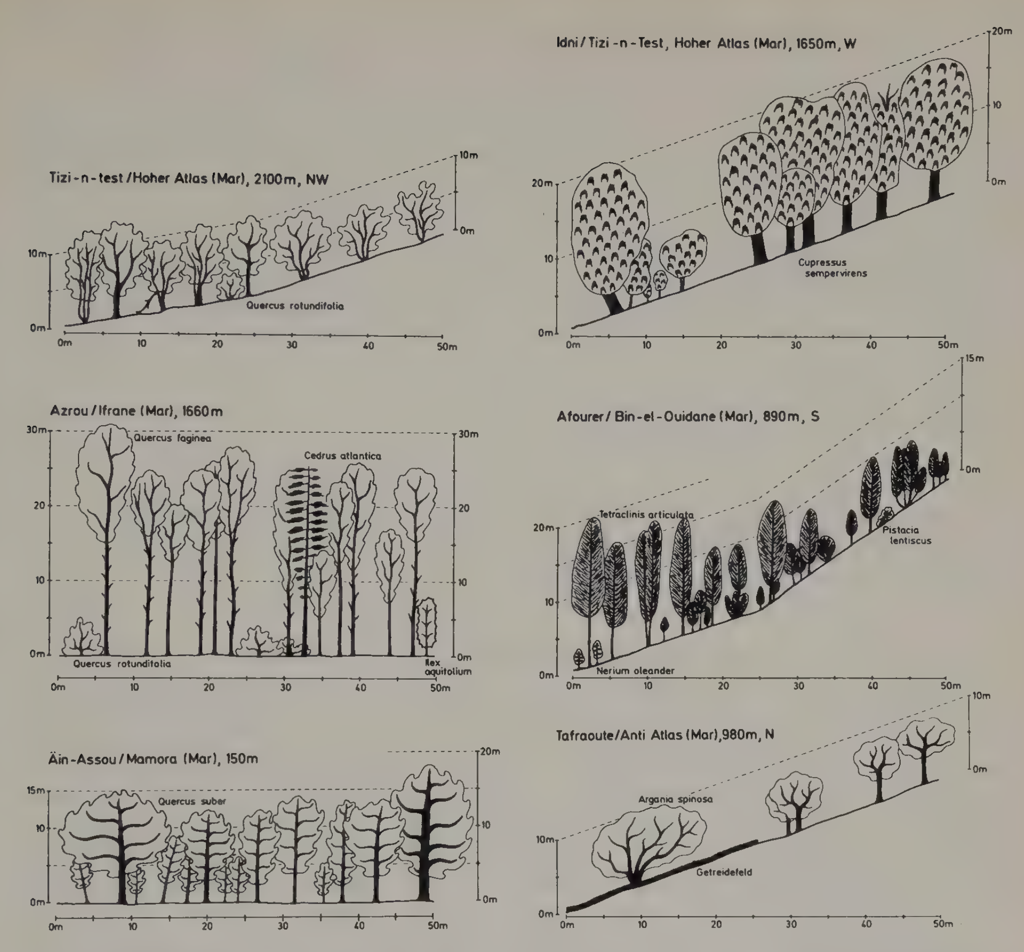


Abb. 270: Waldgesellschaften im marokkanischen Atlas-Gebiet. Parkartiger Argania spinosa-Steppenwald, beweidet und mit stellenweisem Getreideanbau (Tafraoute). Sand-Quercus suber-Wald für die Korkgewinnung (Forêt de la Mamora). Wüchsiger Tetraclinis articulata-Stockausschlagbestand mit Rottenstruktur (Afourer). Semihumider frischer, gut ausgeformter Quercus faginea-Wald mit Ilex im Kontakt mit dem Quercetum rotundifolia (Azrou). «Heiliger» Cupressus sempervirens-Reliktbestand am Friedhof von Ifni/Hoher Atlas. Hochmontaner Quercus rotundifolia-Hochlagenwald (Tizi-n-Test) nahe der Waldgrenze.

wald-ähnliche Bestände. Der Eisenholzbaum ist ein ähnlich wichtiger Fruchtbaum wie der Ölbaum; Speiseöl. Der krüppelige, vielfach verbuschte, meist schiefstehende Stamm wird regelmäßig von Ziegen erklettert, die sehr stark verbeißen und die Früchte wegen des Fruchtfleisches begierig aufnehmen.

3. Korkeichenwald (Quercetum suberis)

Im humideren Nordwest-Marokko (100–1600 m) bis West-Tunesien (200–800/1300 m) bauen großflächig (500000 ha) den natürlichen Klimaxwald 6–15/20 m hohe Bestände auf, ursprünglich ziemlich geschlossen mit spärlicher Strauch- und Krautschicht. Vorzugsweise werden bodensaure Silikatböden (Gneis/Granit) besiedelt.

a) **Sand-Korkeichenwald von Mamora/Rabat** (Myrto communis-Quercetum suberis, Abb. 270)

In Tieflagen (100–400 m) ist in dem ehemals zusammenhängenden Wald (137000 ha) die Strauchschicht besonders reichlich; Pirus mamorensis (E), Thymelaea lythroides (E), Sarothamnus baeticus. **CA.**: Smilax aspera ssp. mauretanica, Arisarium vulgare var. subexsertum, Quercus coccifera; ferner Chamerops humilis, Arbutus unedo, Erica arborea. Nach SAUVAGE (61) trockener Typ mit Genista linifolia, Lavandula stoechas, der frischere mit Cytisus arboreus, Cistus salviifolius. Das ausgedehnte Waldgebiet ist heute bereits zur Hälfte in Eukalyptus-Plantagen umgewandelt. EMBERGER (39) unterscheidet in Marokko drei Typen des Korkeichenwaldes: semiarid (Pistacia lentiscus, Chamerops humilis), subhumid (Viburnum tinus, Cytisus triflorus) und humid im regenreichen Rifgebiet (Ulex webbiana, Cephalanthera longifolia).

b) **Steineichen-Korkeichen-Mischwald** (Teucrio afrae-Quercetum suberis)

Im regenreichen Rifgebiet tritt mittel-mediterran der geringwüchsige (8–12 m), schlechtförmige (1000–1500 m), endemische Mischwald auf Sonnseiten auf; Quercus suber, Qu. rotundifolia, Qu. canariensis. **CA.**: Potentilla micrantha, Ptilostemon rhiphaeum, Teucrium salviastrum ssp. afrum, Cytisus megalanthus; ferner Balansaeo-Quercion-CA.: Genista jahandiezii, Festuca trifolia (vgl. EMBERGER 39).

4. Hochmediterraner Steineichenwald (Quercetum rotundifoliae)

In den Atlas-Ländern (EMBERGER 39, KNAPP 73) dominiert das Quercetum ilicis in den Berglagen (Marokko 700000 ha); im nördlichen Teil (z. B. Rif-Atlas) von 800/1000 bis 2000 m bei 500–1000 mm N. Im trockeneren, mittleren bis südlichen Atlas 1000–2500 (2900) m, fragmentarisch noch im Anti-Atlas. Bei ungestörter Entwicklung wäre die vitale, ökologisch anpassungsfähige Gesellschaft weiter als heute verbreitet, die eine breite mittel- bis hochmediterrane Klimaxwaldstufe über dem eu-mediterranen Oleo-Ceratonion der Pinus halepensis-Zone bildet. In Tieflagen ist sie azonal (Rabat) an frischere Täler und an feuchtere Schluchten gebunden. Die süßen Bitterstoff-freien Früchte dienen auch als Nahrungsmittel. In der Kabylie existieren bei Siedlungen den Castanea-Selven vergleichbare fruchtspendende Haine und Baumgruppen von Quercus rotundifolia (ballota).

Gliederung (BARBÉRO et al. 81. Abb. 268):

a) **Subhumides Smilaci mauretanicae-Quercetum rotundifoliae**

Im tief-mediterranen Kontakt (400–900 m) zur Oleo-Ceratonion-(Asparago-Rhamnion-) Stufe. Kleinflächig (Rif, Taza) kennzeichnen an der unteren Arealgrenze: Olea europaea var. sylvestris, Ceratonia siliqua, Clematis cirrhosa, Arisarium vulgare; ferner Calycotome villosa, Pistacia lentiscus (Cistus salviifolius).

b) **Humides Paeonio maroccanae-Quercetum rotundifoliae** (Abb. 270)

Im niederschlagsreichen Rif-Atlas (1300–1600 m) hochmediterran unterhalb der Tannen-Zedernstufe auf frischerer Kalk-Roterde. **CA.**: Crataegus laciniata; Ptilostemon dyricola, Rubia peregrina, Daphne laureola, Acer granatense, Silikat-Variante mit Quercus faginea, Qu. pyrenaica. In Niederschlagsstaulagen des mittleren Atlas (800–1500 m, Azrou, LÜDI 39) entwickeln sich auf basenreichen Basalt-Roterden (LÜDI 39) hochstämmige, wüchsige (20–30 m), geschlossene Steineichen-Wälder mit zurücktretender Strauchschicht (Arbutus unedo, Viburnum tinus), aber reichlich Lianen (Aristolochia altissima, Clematis cirrhosa). Häufig sommergrüne Arten wie Sorbus torminalis, S. aria, Prunus avium, Acer granatense, Fraxinus dimorpha; auch Ilex, Hedera,

Taxus, Daphne laureola. Dürftige Bodenvegetation mit Sanicula europaea, Epipactis helleborine, Iris fontanesii, Scilla hispanica; Endemiten: Arabis josiae, Cytisus battandieri.

c) Subhumides Balansaeo glaberrimae-Quercetum rotundifoliae

Weite Verbreitung im Mittleren Atlas (750–1950 m) mit Festuca triflora, Geum sylvaticum ssp. atlanticum und Balansaeo-Quercion-Arten: Anarrhinum pedatum, Bupleurum montanum, Narcissus watieri. Subassoziationen mit Quercus suber-Pulicaria odora (Silikat), Viola dehnhardtii (Kalk), Phlomis samia (mesophil); ferner Cytisus triflorus, Carex distachya, Quercus canariensis. Im östlichen Mittleren Atlas (1400–1700 m) das Genisto jahandiezii-Quercetum rotundifoliae mit Origanum elongatum, Juniperus oxycedrus, Cytisus arboreus, Cephalanthera damasonium und vereinzelter Zeder. Nur am Jebel Hebri (1900–2000 m) kommt sonnseitig auf Basalt die **Cytisus battandieri-Gesellschaft** (Geranium malviflorum, Arabis josiae) mit etwas Zeder und Flaumeichen-Nebenbestand vor.

d) Subhumide Luzula atlantica-Ausbildung

auf Silikat (Kalk)-Schattseiten im Hohen Altas (1050–2100/2200 m) mit Narcissus watieri, Juniperus oxycedrus, Fraxinus dimorpha; differenzierend in Tieflagen Juniperus phoenicea, in Hochlagen Cytisus balansae.

e) Subhumides Coronillo valentinae-Quercetum rotundifoliae (Guinochet 80)

In niederschlagsärmeren Gebieten (Algerien, Tunesien) spielen in den mittelwüchsigen Beständen (10–20 m) Charakterarten und thermophile Arten eine größere Rolle. **CA.**: Arabis hirsuta ssp. sagittata, reichlich Quercus coccifera als Degradierungszeiger. Besonders auffallend Pistacia atlantica. Viele Macchien-Elemente: Phillyrea angustifolia, Lonicera implexa, Juniperus phoenicea, Cistus villosus, Rosmarinus officinalis. Pinus halepensis als Invasionsbaumart. Auf Karbonatgestein differenzieren Tetraclinis articulata, Calycotome spinosa und Withania frutescens.

f) Subhumides-semiarides Hochlagen-Buxo balearicae-Quercetum rotundifoliae

Die subhumide Buxus-Ausbildung an der niederschlagsreichen Luv-Seite des Hohen Atlas (1900–2300 m) mit dichteren Steineichenwäldern und artenarmem Unterwuchs. Ruscus aculeatus, Digitalis atlantica, Viola dehnhardtii var. atlantica, Rubia peregrina. Über 2100/2200 m erscheinen in Lichtungen die ersten Dornpolsterfluren. Nach Pollenanalysen im Mittleren Atlas (2000 m, Reille 76) hatte in einer wohl feuchteren Periode Quercus rotundifolia viele gegenwärtige Cedrus-Standorte eingenommen. Eine semiaride Ausbildung in tieferen (1400–1800 m), sonnseitigen (Kalk) und steppennäheren Lagen kennzeichnen Ephedra major var. villarsii, Arceuthobium oxycedri, Cytisus fontanesii. Steppenelemente dringen ein (Genista retamoides).

g) Semiarider Juniperus thurifera-Quercus rotundifolia-Wald

Am Südabfall des Mittleren Atlas, im östlichen kontinentalen Hohen Atlas und im Anti-Atlas treten auf Kalk bei 450–550 mm N bis 2200 m rund 5 (8) m hohe, lockere Eichen-Buschwälder auf mit Juniperus thurifera var. africana, J. phoenicea, J. oxycedrus und lokal Pinus halepensis, noch einzelne immergrüne Laubbäume: Olea, Ceratonia, Arbutus unedo. Im Sahara-Atlas kommen nur mehr 2–4 m hohe aufgelöste, aride Quercus-Buschwälder (hängige Standorte) bis Buschsteppen (ebene Lagen) vor (Pantherfell-Berge). Bei tieferer Lage besteht Kontakt zu Stipa tenacissima- und Artemisia herba-alba-Steppen. Die Silikat-Ausbildung im Anti-Atlas kennzeichnen Juniperus oxycedrus, Ephedra nebrodensis, Chamaerops humilis, Ormenis flahaultii (E).

h) Sahara-Grenze der mediterranen Vegetation

In Nordafrika (Knapp 73) treten als aride Wald-Steppen-Grenzformationen auf: Acacia tortilis ssp. raddiana-Resthorste (Gafsa-Sfax), Gebüsche mit Ziziphus lotus, Acacia gummifera, Pistacia atlantica, Halfa-Steppen (Stipa tenacissima) und Wermut-Fluren (Artemisia herba-alba), Phoenix dactylifera-Oasen mit Pistacia atlantica. Chaumat (77) hat die Nordgrenze zur Sahara ökologisch analysiert.

Regionen	Jahresniederschlag (mm)			Artengehalt in %	
	Minimum	Maximum	Durchschnitt	mediterran	saharisch
mediterran	40	571	120–250	65	17
mediterran – Vorsahara	30	404	90–180	50	34
Vorsahara	3	337	20– 70	37	48
Sahara	0	147	5– 50	26	55

Entscheidend ist der minimale Niederschlag während der Trockenjahre. Jahre mit beträchtlicheren Niederschlägen sind auf die Vorsahara begrenzt.

5. Humider kanarischer Eichenwald (Quercetum canariensis)

Die halbimmergrüne, an Zweigen und Ästen dicht behaarte Quercus canariensis greift von der südiberischen Halbinsel nach NW-Afrika über (Tutin et al. 64), Hybrid mit Qu. faginea et pyrenaica.

a) Tiefmediterranes Rusco hypophylli – Quercetum canariensis

Seltene (Tanger, 100–200 m) Einheit mit archaischen Arten: Lonicera peryclymenum ssp. hispanica, Gennaria diphylla (E), Scilla monophyllos (E), Vinca media; ferner Cytisus triflorus, Hedera helix, Luzula forsteri, ssp. baetica.

b) Hochmediterranes Balansaeo glaberrimae-Quercetum canariensis

In muldigen Standorten (1200–1500 m, Rif, Tazzeka) mit tiefgründigen Schieferböden und Roterde ist Flaumeichen-Wald-Nähe typisch; Digitalis purpurea var. mauretanica; CA.: Festuca triflora, Daphne laureola, Geranium malviflorum et purpureum. Arbutus unedo-Subassoziation.

c) Hochmediterranes Paeonio coriaceae var. maroccanae-Quercetum canariensis

Im niederschlagsreichen Mittleren Atlas (1400–1600 m, Azrou) kommt die stabile Gesellschaft optimal in Kontakt mit Quercus rotundifolia et faginea vor. CA.: Rubus ulmifolius, Vicia onobrychioides, Centaurea triumfettii, Heracleum montanum var. rotundatum (E). Argyrocytisus battandieri-Einheit auf Basalt. Cedrus atlantica-Untergesellschaft mit Sorbus torminalis, Moehringia pentandra, Hypericum montanum, Oryzopsis paradoxa.

6. Tiefmediterranes Phillyreo angustifoliae – Quercetum fruticosae

Nur westlich von Tanger bildet auf Silikat die der Quercus lusitanica verwandte Eiche bis 2 m hohe, dichte Matorralgebüsche von Macchien-Charakter. CA.: Teucrium fruticans, Myrtus communis, Calycotome villosa, Arbutus unedo, Calluna vulgaris.

7. Kermeseichenwald

(Quercetum cocciferae, KNAPP 73)

Nur in den nördlichen Küstengebieten kommt die Gesellschaft noch häufig bis 800 (1200) m auf Kalk-, Sand- und Silikat-Standorten in mehr niederschlagsreichen Gebieten (500–1000 mm) vor. Naturnahe Bestände (bis 10 m) können dicht geschlossen sein und kaum Unterwuchs besitzen. Die meist aufgelockerten Buschwälder charakterisieren viele eindringende Immergrüne (Phillyrea angustifolia, Arbutus unedo, Asparagus acutifolius, Limodorum abortivum, Arisarum vulgare). Im Rif-Atlas wohl als einmalige Kombination Quercus coccifera und Taxus baccata.

8. Mediterrane Nadelwälder

a) Sandarak-Buschwald

(Tetraclinetum articulatae, Abb. 270)

Die Thuja-ähnliche Reliktbaumart Tetraclinis (Callitris) nimmt noch ein ausgedehntes (665 000 ha, EMBERGER 39), mittel- und hochmediterranes Areal ein, das auf das tiefere Karbonat- und Silikat-Bergland beschränkt ist; Küstenlagen bis 600 m (300–700 mm N). Tetraclinis verlangt mehr Feuchtigkeit als Argania spinosa. Im westlichen Großen Atlas von 900–1300 m aufgelockerte Kimaxbestände. Die Sandarak-Gehölz-Stufe (1200–1800 m) verlagert sich im trockeneren Südatlas erheblich nach oben. Typisch sind buschwaldartige, lockere Bestände (5–10/15 m, selten an Unterhängen bis 20 m), in die meist Quercus rotundifolia und lokal Pinus halepensis eindringen. Bei der charakteristischen Rottenstruktur, nach KNAPP (73) offene Punktvegetation, können die einzelnen Trupps, Gruppen und Horste dicht geschlossen und vegetationsarm sein. Die eigenartige Struktur geht auf die reichliche Stockausschlagverjüngung des Nadelbaumes zurück. Schon natürliche Bestände besitzen durch den aufgelockerten bis räumdigen Stand reichlich Macchiensträucher und Garigue-Arten (Acacion gummiferae); Juniperus phoenicea, J. oxycedrus, Chamaerops humilis, Ephedra fragilis, Cistus villosus. Durch meist starke Degradierung treten mosaikartig Rosmarinus- und Erica multiflora-Kleinstrauchgesellschaften auf. An trocken-kontinentalen Standorten wachsen zwischen den Tetraclinis-Büschen auch Steppenelemente; z. B. Stipa tenacissima, Lygeum spartum.

Calycotome intermediae-Tetraclinetum articulatae (BARBÉRO et al. 81): Tiefmediterran (100–1100 m) stockt in Marokko auf Kalkmergel die subhumide Einheit (Asparago-Rhamnion). **CA.:** Quercus suber, Qu. coccifera, Qu. rotundifolia, ferner Pistacia lentiscus; Pinus halepensis-Einheit. Tunesische, 8–9 m hohe Bestände kennzeichnen: Prasium majus, Chamerops humilis (Cyclameno persici-Tetraclinetum, EL HAMROUNI-LOISEL 79).

Polygalo balansae-Tetraclinetum articulatae. Mediterran-subhumid (800–1400 m) im Hohen Atlas auf Silikat und Mergel (Kalk) mit Juniperus phoenicea, Oryzopsis coerulescens. Subassoziationen mit Pinus halepensis (Juniperus phoenicea et oxycedrus), Pulicaria odora, Ceratonia siliqua; reichlich Acacion gummiferae-Arten, ferner Genista demnatensis (E).

Coronillo viminalis – Tetraclinetum articulatae. Semiaride Klimaxgesellschaft auf Mergel im Zentralmassiv (Oulmès, 400–700 m) unter ozeanischem Einfluß, **CA.:** Rhus pentaphylla, Phillyrea latifolia, Rhamnus oleoides, ssp. atlantica, Pistacia atlantica, Olea europaea. Im Anti-Atlas noch mit Withania frutescens, Lavandula atlantica (EMBERGER 39).

Sandarak-Relikte befinden sich auf Malta (Cyrenaika) und in Südostspanien in der Sierra de Cartagena (FREITAG 77). Die 3–5 m hohen, schwachen Gebüschreste in Mischung mit Pinus halepensis wurde durch die Klimaxvegetation auf flachgründige Rendzina-Standorte abgedrängt. Zwergsträucher der Rosmarin-Heide begleiten.

Der kurznadelige Baum mit dünnen, langen Zweigen ist durch Harzreichtum (Exportartikel, Firnis-Herstellung, Weihrauch, Einbalsamierungsmittel) sehr brandgefährdet, allerdings durch gute Stockausschlagsfähigkeit zu rascher Regeneration fähig. Das aromatische Maserknollen-Holz ist gesucht.

b) **Aleppo-Kiefernwald** (Pinetum halepensis, Abb. 271)

Die häufigste Waldgesellschaft der Atlasländer (über 1,2 Mill. ha, SCHRÖDER 74) in tieferen bis mittleren Gebirgslagen (500–1500/2200 m, 400–700 mm N, semiarid – semihumid/litoral) mit Ausnahme der höchsten und feuchtesten Standorte hat durch Nutzung, Beweidung und Rodung zwar viele natürliche Standorte verloren, nimmt aber heute unverhältnismäßig größere Flächen ehemaliger immer- und wechselgrüner Eichenwälder ein, wie häufige Ausbildungen mit Hartlaubvegetation belegen (Pistacia lentiscus, Rosmarinus tournefortii, Quercus coccifera). Die sekundären Vorkommen umfassen ertragsreichere (10–20/30 m, bis 150 cm ∅) Waldbestände; primäre, sehr lichte auf natürlichen, extremen Dauergesellschaftsstandorten (7–15 m), wie Felsrücken, flachgründige Kuppen, plattige Steilhänge oder auf rutschigen Mergelhängen, wo die Konkurrenz der Laubbäume reduziert ist (EMBERGER 39). Dichte Naturbestände mit wenig Unterholz bei Mellila. An der südlichen Arealgrenze in Tunesien ist in den aufgelösten Beständen reichlich Juniperus phoenicea vorhanden (STERN-HEPPERGER 76); im Mittleren Atlas Tetraclinis articulata-, im Rif-Atlas Myrtus communis-Ausbildung. Randliche Pistacia atlantica-Einheit im Sahara-Atlas, semiarid (1400–1500 m). Degradationsstadium: Immergrünes Kleingesträuch mit Rosmarinus officinalis, Globularia alypum, Erica multiflora.

c) **Stern-Kiefernwald** (Pinetum pinastris, KNAPP 73, EMBERGER 39)

Die westmediterrane Sternkiefer, vornehmlich an hoch- und sub-mediteranen Silikatstandorten, wurde durch ausgezeichnete Harzproduktion großflächig auf Eichenstandorten rein angebaut. Die systematisch variable Art besitzt ein breites standörtliches Spektrum von mehr krüppeligen Dünenbeständen bis zum wüchsigen, hochstämmigen Bergwald.

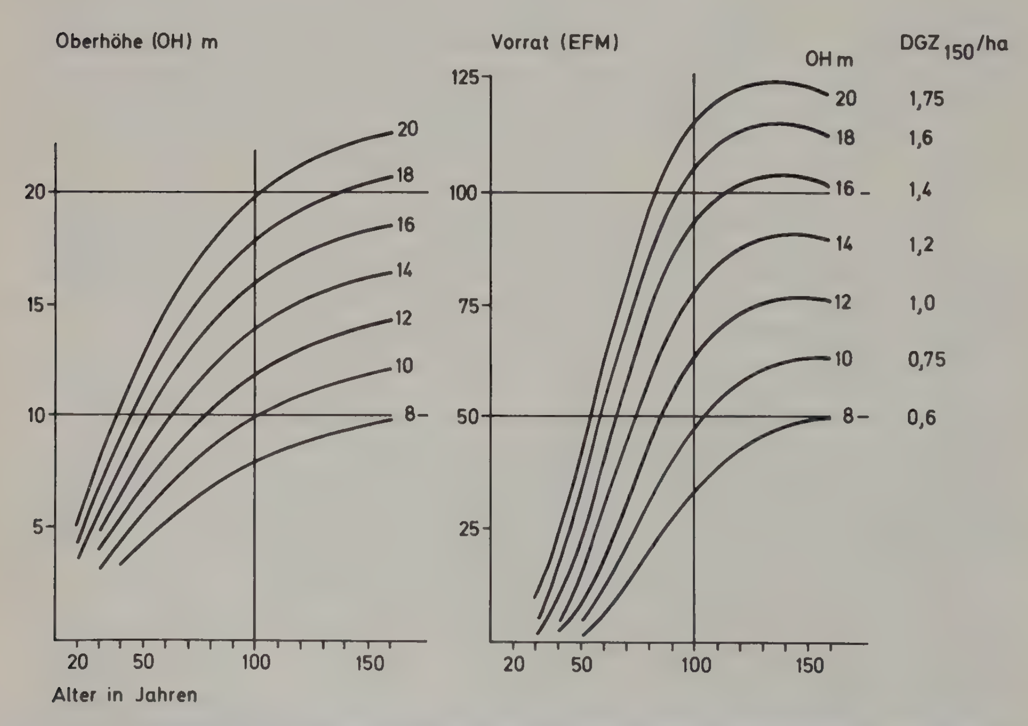


Abb. 271: Oberhöhen- und Vorratsentwicklung (Efm) der Aleppo-Kiefer in der algerischen Aurèsregion bei optimaler Bestockungsdichte. Die Bonitäten wurden nach der Oberhöhe benannt, die im Alter 100 erreicht wird (FRANZ-FORSTER 80).

Marokkanischer Sternkiefernwald (subhumider Typ)

In Berglagen (Rif-Atlas 1000–1900 m, Mittlerer Atlas 1600–2200 m) bildet Pinus pinaster (mesogeensis) ssp. hamiltonii var. maghrebiana, selten reine, meist mit Quercus rotundifolia bzw. suber gemischte, mittelwüchsige (15–20 m) Bergwälder mit Berberis hispanica, Pistacia terebinthus; Endemiten: Genista myrtianthea, Globularia nainii, Pitardia caerulescens. Trockenere Kalk-Ausbildung mit Rosmarinus officinalis, Lithospermum diffusum, Ampelodesmos und den Endemiten Stachys fontqueri und Origanum grosii. **Humider Pinus pinaster-Wald:** In niederschlagsreichen Berglagen des Mittleren Atlas treten auf Kalkmergel gutgeformte, geradschaftige und wüchsige (20–25/30 m), teilweise reine Bestände auf, lokal mit Zeder und Quercus rotundifolia gemischt; im Rif-Atlas die frost- und trockenresistentere Varietät iberica mit Abies maroccana. **S.:** Cistus fontanesii, Genista myriantha (E). **K.:** Onobrychis saxatilis, Euphorbia nicaeensis, Scutellaria demnatensis (E), Cephalanthera rubra, Epipactis helleborine, Brachypodium phoenicoides.

Tunesischer-Nordostalgerischer Küsten-Sternkiefernwald. Im Grenzgebiet (Tabarka-Bougie) bildet kleinflächig die endemische Küstensternkiefer (P. pinaster ssp. renoui) von der Küste bis 800 m mosaikartig mit Quercus suber auftretend, überwiegend Brand-Pioniergesellschaften (20–25 m). Vegetation ähnlich wie im Korkeichenwald mit immergrünen Gebüschen (Arbutus unedo, Erica arborea, Lavandula stoechas, Halimium halmifolium; KNAPP 73, GOUNOT-SCHÖNENBERGER 67).

d) Zypressenwald (Cypressetum sempervirentis)

Das Areal im Hohen Atlas am Nordabfall des Passes Tizi-n-Test in 1600–1900 m und im Tal von Aghbar auf kristallinem Hangschutt ist reliktisch. Die durch Beweidung und Nutzung stark degradierten Trockenwälder erreichen nur geringe Wuchsleistungen (5–15 m). Verjüngung und Altbäume fehlen weitgehend. In geschützten Beständen kann in Mischung mit Tetraclinis articulata, Quercus rotundifolia, Juniperus phoenicea (eigentliche Kennarten fehlen, EMBERGER 39) die Zypresse bis 100 cm ∅ und 20–25 m Höhe erreichen. Der «Heilige Zypressenwald» beim Friedhof von Ifni dürfte der potentiellen Wuchsleistung nahekommen (Abb. 270). In Nordwestafrika dominiert Zypresse in bestimmten Sukzessionsstadien von Brachland- und offenen Pionier-Gesellschaften zum geschlossenen Wald (500–1800 m). Im Vergleich zu Pinus halepensis ist Zypresse ein sekundärer, wenig ausbreitungsfähiger Pionier, dessen Verjüngung mehr Schutz benötigt.

e) Mediterraner Juniperus phoenicea-Buschwald (KNAPP 73)

Der circummediterrane, phönizische Wacholder besitzt ein sehr zerstückeltes Areal überwiegend in der mediterranen Stufe (bis 1600/2300 m), meist von Macchienelementen begleitet, und kommt nur auf Extremstandorten zur natürlichen Entfaltung. Mit breiter ökologischer Amplitude besiedelt der edaphisch indifferente Wacholder vom feuchten bis ariden Bereich thermophile, speziell degradierte Schlußwaldstandorte; von Natur aus auf Dauergesellschafts- und Pionierstandorte beschränkt.

In Nordwestafrika (KNAPP 73) kommen 2–4 m hohe **Juniperus phoenicea – Juniperus oxycedrus ssp. macrocarpa-Gebüsche** auf litoralen Dünen (Nordtunesien, Nordmarokko, Mogador) vor, als fortgeschrittene Sukzessionsserie nach offenen Grasfluren. Auf windgepeitschten, halophilen Rohböden begleiten Retama monosperma, Phillyrea media, Armeria mauretanica; ferner nitrophile Arten wie Ammophila arenaria, Medicago marina. Auf atlantischen Küstendünen anthropogen beeinflußt das subhumide Clematidi cirrhosae-Juniperetum phoeniceae ssp. lyciae; **CA.:** Ephedra fragilis, Pistacia lentiscus Phillyrea angustifolia.

Humides Pino pinastri – Juniperetum lyciae: (BARBÉRO et al. 81)

Im tiefmediterranen (100–200 m) schattseitigen Sandstandort mit Juniperus oxycedrus ss. macrocarpa, Calycotome villosa, Quercus coccifera, Erica scoparia.

Binnenland-Trockengebüsch im Bergland. Lichte Juniperus phoenicea-Trockengehölze an der Steppengrenze finden sich in den südlichsten Bergzügen (Sahara- und Anti-Atlas, Aurès-Gebirge) mit Relikten in der Barqa Cyrenaica, Südtunesien. Juniperus phoenicea-Vorposten der mediterranen Waldvegetation sind anthropogen bedingt zu Kleinsträucher- (Rosmarinus) oder Halfagras- (Stipa tenacissima) Einheiten degradiert. Die 2–4 (8) m hohen Trockengebüsche stocken in 600–1200 m Höhe auf steinigen, flachgründigen Böden (250–500 mm N). Stellenweise vergesellschaftet Juniperus oxycedrus ssp. rufescens und Cupressus sempervirens. In Südmarokko alternieren Juniperus phoenicea- und Tetraclinis-Bestände, wobei der Wacholder teilweise den frostempfindlicheren und feuchtigkeitsbedürftigeren Sandarak-Baum in kontinentalen Lagen und auf Südseiten ersetzen.

Aride, aufgelockerte Transatlas- und Antiatlas-Bestände beherbergen Endemiten: Adenocarpus anagyrifolius, Bupleurum album, Genista myriantha, Santolina scariosa, Artemisia herba-alba, Centaurea battandieri (E). Sekundäre Rif- und Atlas-Bestände bis 2000 m zwischen Quercus rotundifolia- und Tetraclinis-Wald auftretend begleiten: Juniperus oxycedrus, Pterocephalus depressus (E), Digitalis atlantica (E), Cytisus balansae (E), Nepeta atlantica (E), Anthyllis warnieri; im Rif-Atlas Ephedra nebrodensis, Origanum elongatum (E); (EMBERGER 39).

II. Submediterrane Stufe (Abb. 272)

Die submediterrane Stufe, nur im Norden noch fragmentarisch, keilt gegen Süden (Hoher Atlas) immer mehr aus, da Quercus rotundifolia am Hohen Atlas die Waldgrenze bilden kann.

1. Zéen-Eichenwald (Quercetum fagineae, EMBERGER 39, Abb. 270)

Die polymorphe Quercus faginea s. l. gehört zu einer taxonomisch sehr schwierigen Gruppe mit den Unterarten baetica (ssp. mirbeckii vorherrschend) eufaginea (var. tlemcenensis im Rif) und lusitanica (Tanger, Iberien). Trotz großer individueller Unterschiede ist die Bezeichnung halbimmergrün berechtigter als sommergrün. Beim Blattaustrieb im April sind noch 2–18% vorjährige, lebende Blätter vorhanden. Die Zeen-Eiche ist wie alle sommergrünen Eichen auf die niederschlagsreichsten (über 1200 mm), humiden, nördlichen Atlas-Gebiete (Rif) beschränkt. Trotz relativ weiter Verbreitung existieren nur noch kleinflächige Reste eines früheren größeren Areals; anthropogener Einfluß, Klima. Von 1000–1600/2000 m stockt die hoch- bis submediterrane Klimaxgesellschaft zwischen Steineichen und Zedern auf unterschiedlichen Böden; NW-Tunesien bis ins Rif-Gebiet; weiter im Süden seltene Mischbaumart. Im Hartlaubwaldgebiet ist sie extrazonal an feuchte Nordhänge und schattige Täler gebunden. Bei Feuchtigkeitsbegünstigung entwickeln sich 10–18/25 (35) m hohe, geschlossene, gutgeformte Bestände mit nahezu mitteleuropäischem Charakter (50–120 fm/ha, dgz 2–8 fm/ha, STERN-HEPPERGER 76).

B.: Quercus faginea, Sorbus torminalis, Prunus avium, Acer campestre, Ilex aquifolium. Die Äste der Bäume sind meist dicht mit epiphytischen Moosen und Flechten besetzt. Als Epiphyten Polypodium australe (serratum), in Nordwest-Marokko auch Davallia canariensis: **S.:** Crataegus, Erica arborea, Cytisus triflorus. Lianen: Tamus communis, Hedera helix s. l. **K.:** Cyclamen africanum, Geranium atlanticum, Scilla aristidis, Asperula laevigata, Geranium purpureum, Sanicula europaea, Potentilla micrantha, Viola dehnhardtii, Ruscus hypophyllum, Primula vulgaris; ferner: Blechnum spicant, Bromus ramosus var. algeriensis, Cephalanthera longifolia, Epipactis helleborine, Epimedium peralderianum (BARBÉRO et al. 81). Karbonat-Ausbildung mit Quercus rotundifolia-Beimischung, Lonicera etrusca, Peucedanum vogelianum (E); Basalt-Ausbildung mit Cistus laurifolius, Cytisus battandieri. Montane Hochlagen-Ausbildung mit Zedernwald-Arten: Acer monspessulanum, Linum villarianum (E), (EMBERGER 39).

Ranunculo ficaria – Quercetum fagineae (BARBÉRO et al. 81). Endemische Spezialgesellschaft im Rif (Tidighin, 1200–1400 m). **CA.:** Balansaea glaberrima, Festuca rifana, Genista tournefortii var. transiens, Quercus marianica (faginea × canariensis), auch Prunus lusitanica (Zeder).

Sub- und mediterran-montane Bergwaldstufe

kühler-feuchter ↕ wärmer-trockener

mediterran-montan	Berbero- > JUNIPERETUM THURIFERAE < Adenocarpo- Agropyro- Luzulo- > CEDRETUM ATLANTICAE < Paeonio- Balansaeo- (Junipero th.-) Buxo balearicae- Junipero thuriferae- QUERCETUM ROTUNDIFOLIAE Paeonio- ABIETETUM MAROCANAE (Asperulo- Abietetum numidicae) (Alnetum subrotundae) (Fraxinetum dimorphae)
sub-mediterran	(Betuletum celtibericae) (Prunetum lusitanicae) (Pinetum nigrae ssp. mauretanicae) QUERCETUM pyrenaicae-FAGINEAE-afaris Cupressetum sempervirentes submediterranes Genisto- Paeonio- > QUERCETUM ROTUNDIFOLIAE -Luzulo

Abb. 272: Waldgesellschaftskomplex in der sub- und mediterran-hochmontanen Bergwaldstufe.

2. Marokkanischer Quercus pyrenaica-Wald

(Emberger 39, Knapp 73)

Die größere Feuchtigkeit beanspruchende Gesellschaft ist noch kleinflächiger als das Quercetum fagineae auf das niederschlagsreiche, hoch-submediterrane Rif-Gebiet beschränkt, wo relativ reichlich Charakterarten sommergrüner Laubwälder auftreten. Nur dort kommen in Afrika winterkahle Eichen vor; Quercus pyrenaica und deren Hybriden mit Quercus afares, Quercus fontqueri. Am Mont Tidighin/Ketama siedelt die einzige endemische Birke Afrikas, Betula pendula var. fontqueri; auch Salix cinerea ssp. catalaunica ist auf den Rif-Standort beschränkt. Diese Arten sind im Südosten Iberiens reichlich vertreten.

Cytiso triflori – Quercetum pyrenaicae (Barbéro et al. 81) an der humiden Südgrenze der Eiche auf Sandstein CA.: Teline monspessulana, Festuca paniculata ssp. baetica, Trifolium ochroleucum var. viciosum, Erica australis ssp. aragonensis, Luzula forsteri, ssp. baetica, viele Genisteen, Verwandtschaft zum Korkeichenwald. Ausbildung nach Emberger (39). Quercus pyrenaica baut artenreiche, meist reine Stockausschlag-Bestände auf, an der unteren Grenze gemischt mit Quercus rotundifolia, suber und faginea, an der oberen Grenze mit Cedrus atlantica, gelegentlich auch Prunus avium; S.: Daphne laureola, Daphne gnidium, Adenocarpus decorticans, Cytisus monspessulanus; grasreiche Variante mit Agrostis castellanum, Bromus madritensis, Briza maxima, Festuca caerulescens, Festuca rifana (E), Asphodelus roseus (E), Paeonia coriacea. Farn-Variante in schattseitigen Schluchten mit Polystichum aculeatum, Blechnum spicant, Asplenium adiantum-nigrum; Ilex aquifolium, Hedera helix.

3. Submediterraner Quercus afares-Wald (Knapp 73)

Die Quercus cerris nahestehende, im Atlas-Gebiet endemische Art besiedelt ein relativ kleines Gebiet (1000–1600 m) im algerischen Djurdjura- und Babor-Gebiet auf Silikatböden. Die zeitweise unbelaubten, bis 30 m hohen Bestände (auch Populus tremula) kennzeichnet ein starker Behang der Äste mit reichlich epiphytischen Flechten: Ramalina calicaris, Anaptyclia ciliaris, Parmelia-Arten. Im Babor-Gebiet (nordostalgerische Klein-Kabylie) sind die sommergrünen Quercus faginea-afares-Wälder reich an meso- bis hygrophilen Waldpflanzen, die nur hier vorkommen. **Mitteleuropäisch:** Arabis turrita, Campanula trachelium, Cyclamen repandum, Galium odoratum, **Endemiten:** Calamintha baborensis, Daphne kabylica, Linaria baborensis, Saxifraga baborensis, Teucrium kabylicum (Paeonio atlanticae – Cedrion atlanticae, Barbéro et al. 81).

4. Nordafrikanischer Schwarzkiefernwald (Pinus nigra ssp. mauretanicae)

Kleinflächige, reliktische Schwarzkiefernwälder sind auf die nördlichen Gebirge beschränkt; Djurdjura (Algerien), Rif-Atlas (Marokko) bei Ghoumora, Aknoul. Auf Kalk-Unterlage stocken 15–20 m hohe Bestände.

III. Mediterran-montane Stufe (Abb. 272)

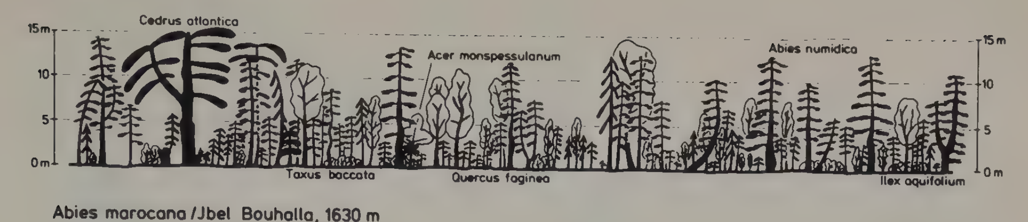
1. Marokkanischer Igeltannenwald (Abietetum maroccanae, Abb. 273, 274)

Nordafrikanische Tannenwälder nehmen kleine Flächen in den feuchtesten Gebirgsgebieten in Nordost-Algerien und Nordwest-Marokko ein und bilden eine Höhenstufe zwischen Quercus- sowie Cedrus-Wäldern. Nach Arealausdehnung (15000 ha), Vitalität und Wuchsleistung (bis 50 m Höhe) repräsentiert zweifellos die später entdeckte marokkanische Tanne den Typus der Igeltanne (Mayer 65, 79). Im Kalkmassiv des noch ziemlich niederschlagsreichen Rif-Gebietes (1200 bis 1400 mm) besiedelt die Tanne vier Teilareale östlich von Chechauen: Djebel Bouhalla-Tissouka, Djebel Mago, Djebel Krâa und Djebel Tazaot. Über der submediterranen Quercus faginea-Stufe (Pinus pinaster) stockt von 1500–2000/2100 m ein weithin reiner bis schwach gemischter, semihumider Tannenwald, den in Gipfellagen 1900–2100 m und auf Rücken ein fragmentarischer Tannen-Zedern-Mischwald begrenzt. Reichliche Winterniederschläge (500–600 mm), eine relativ lang dauernde, oft mächtige Schneelage und sommerliches Wolkenwaldklima mildern die niederschlagsarme (50–70 mm) Vegetationszeit.

Im typischen Tannenwald baut auf muldigen Schattseiten die bis 400jährige Igeltanne 25 bis 35/40 m hohe Bestände guter Leistungsfähigkeit auf (300–600/700 fm, dgz 5–8/10 fm). Auf den Nebenbestand sind beschränkt: Quercus rotundifolia, Quercus faginea, Acer opalus var. granatense, Taxus baccata (bis 8 m hoch), Sorbus aria. S.: Lonicera arborea, L. etrusca, Ilex aquifolium (bis 10 m), Ruscus aculeatus, Berberis hispanica, Daphne laureola var. latifolia, Viburnum tinus. Krautschicht ähnlich wie im subhumiden Zedernwald (Emberger 39) mit mitteleuropäischen Arten (Cephalanthera longifolia, Ranunculus ficaria, Geum sylvaticum) und mediterran-montanen Arten (Atropa baetica, Paeonia coriacea; ferner Endymion cedretorum). Charakteristische Endemiten: Origanum elongatum, Arabis josiae, Isatis djurdjurae.

Paeonio maroccanae – Abietetum maroccanae (Barbéro et al. 81). Vom Djebel Tazaot auf Kalk (1500–1800 m) in unmittelbarer Nachbarschaft vom Djebel Krâa wurde nach Knapp (73, Cozar 46) eine **Abies tazaotana** als eigene Unterart beschrieben. Der Standort ist ungewöhnlich wüchsig durch ausgeprägte Niederschlagsstaulage (humid), nordseitige Muldenlage, frischen Unterhangcharakter und tiefgründigen Kalksteinbraunlehmboden. Im aufgelockerten Bestand stocken 34–45 m hohe Tannen, mit 80–120 cm ∅. Zwei Tannen mit 48 und 50 m Höhe und 105 bis

Abies numidica/Jbel Babor, 1870 m







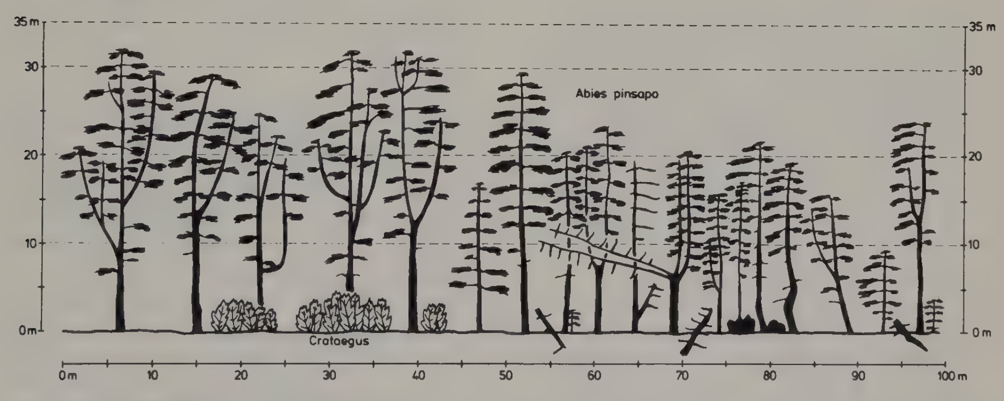


Abb. 273: Algerisches Abies numidica-Reliktvorkommen (Babor) mit Cedrus atlantica, Quercus faginea et afares; Regenerationsphase nach Waldbrand. Stark ausgeplenterter wüchsiger Abies maroccana-Bestand im Rif-Atlas. Wüchsiger südostspanischer Abies pinsapo-Wald an der unteren Verbreitungsgrenze im Übergang zum Quercus faginea-Wald (MAYER 65).

118 cm Durchmesser fallen besonders auf (Abb. 276). Nach Zweigmerkmalen ist keine systematische Abtrennung möglich. Die Wuchsüberlegenheit ist eindeutig standörtlich, nicht genetisch bedingt. Der Bestand wäre bei größerer Fläche längst für Almweidezwecke gerodet worden (MAYER 79). Der Gesellschaftscharakter bestätigt den humiden, wuchsgünstigen Standort; **CA.:** Luzula forsteri ssp. baetica, Acer granatense, Agropyron panormitanum, Lonicera arborea. Mesophile Variante mit Sanicula europaea, Ranunculus ficaria, Milium effusum ssp. montanum, Evonymus latifolius var. kabylicus. Quercus rotundifolia-Tieflagen-Ausbildung (1200–1300 m; Rubia peregrina, Adenocarpus decorticans), Cedrus-Hochlagen-Ausbildung (Luzula forsteri ssp. baetica, Viola munbyana var. rifana). Sonnseitige Pinus pinaster-Untergesellschaft (Brandfläche 1977).

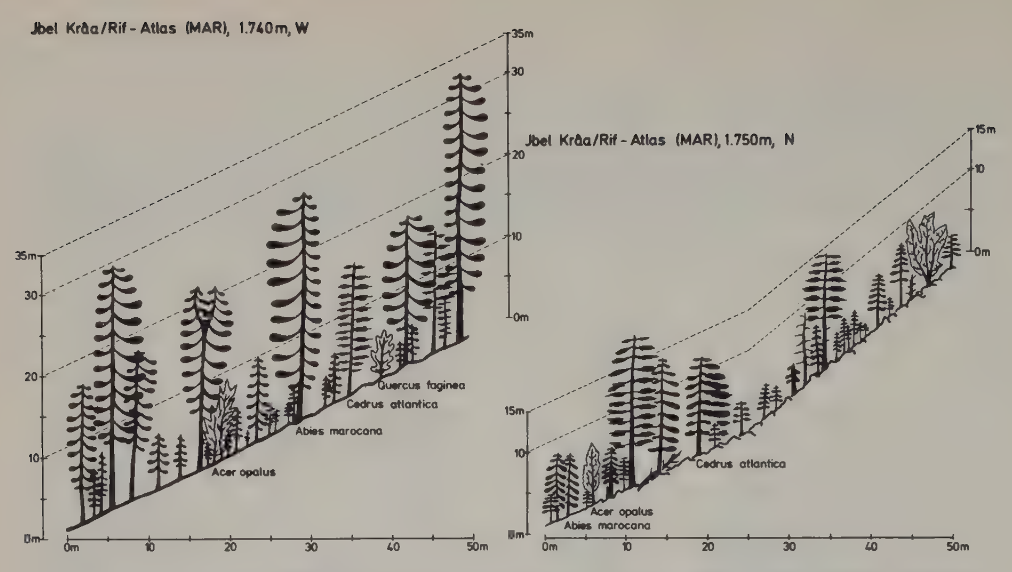


Abb. 274: Abies maroccana-Wald. Typischer plenterartiger Hangwald (1740 m). Flachgründige Felsrücken-Ausbildung mit Cedrus atlantica (1750 m).

2. Numidischer Tannenwald (Galio odorati-(Asperulo-)Abietetum numidicae, Barbéro-Quézél 75, Abb. 273)

Im nordostalgerischen Babor-Massiv, das durch die Stauwirkung eine ausgeprägte Niederschlagsinsel (1300–1800 mm N, Sommer 80–100 mm, zeitweise reichlich Winterschnee, sommerliches Wolkenwaldklima) bildet, kommt Abies numidica (baborensis) begleitet von gut entwickelten, relativ humiden, sommergrünen Wäldern, auf einer Restfläche von rund 1000 ha vor. Das Areal wurde schon früh als Parc du Mont Babor reserviert (Mayer 65, Knapp 73). In 1550–2000 m Höhe werden bei schattseitiger Exposition auf Hartkalk Kalkstein-Braunlehmböden bis Roterden besiedelt und über der sommergrünen Quercus afares-Stufe (bis 1550 m) typische Mischbestände mit sommergrüner Eiche aufgebaut. Im Tannen-Eichen-Mischwald erreicht die kurzschaftige und astige Tanne, durch Schnee und Rauhreif mit starken Stamm- und Kronendeformationen bei langsamem Wuchs und einem Alter bis 300 Jahre 60–80/200 cm ∅ und 9–15 (23) m Höhe. Jahrringchronologische Untersuchungen deuten auf extreme jährliche Klimaschwankungen hin. Die 10–15 m hohe Eiche ist stark abholzig mit vielfachem Gipfelbruch (Kopfholzeichencharakter).

B.: Abies numidica, Quercus afares, Sorbus torminalis, Acer opalus (obtusatum), Taxus baccata (bis 1 m ∅), Fraxinus oxyphylla. **S.**: Ilex aquifolium, Buxus sempervirens, Genista tricuspidata, Viburnum tinus. **K.**: Nur in dieser Niederschlagsinsel konnten sich reliktisch meso- bis hygrophile mitteleuropäische Laubwaldarten erhalten: Galium odoratum, Hypericum montanum, Lathyrus niger, Stellaria holostea, Campanula trachelium, Populus tremula. Im Babor-Gebiet existieren zahlreiche endemische Taxa: Calamintha baborensis, Daphne kabylica, Delphinium perralderianum, Linaria baborensis, Moehringia stellarioides, Saxifraga baborensis, Teucrium kabylicum; ferner Epimedium perralderianum, Campanula trichocalycina, Daphne oleoides, Viola munbyana, Paeonia coriacea, Micromeria jubiana. Im Gipfelbereich und an trockenen Rücken ein **Zedern-Tannenwald.** Die bis 500jähr. dickborkigen Altzedern von 80–160 cm ∅ und 13–16 (18) m Höhe haben die großen Waldbrände 1867/68 und 1917 am besten überstanden (nur einzelne Alttannen), so daß reichliche Zedernverjüngung und aufkommender Tannenjungwuchs den Erfolg der Reservierung bestätigt. Von Natur aus wären die Mischbestände wesentlich tannenreicher.

Die Erhaltung dieser endemischen Tanne war durch die seinerzeitige Reservatbildung gesichert. Ohne konsequenten Schutz in der Zukunft ist bei dem ausgeprägten Reliktcharakter dieser Trockentanne ein Überdauern fraglich.

3. Mediterran-montaner Atlas-Zedernwald

(Cedrion atlanticae, EMBERGER 39, KNAPP 73, BARBÉRO et al. 81, Abb. 275)

Cedrus atlantica baut im Mittleren Atlas und in den nordalgerischen Bergen noch ausgedehnte Wälder bis zur Waldgrenze auf. Das Zentrum des ehemals größeren Areals befindet sich im Mittleren Atlas (Azrou) und löst sich gegen Osten immer mehr auf, wobei nur die höchsten, relativ niederschlagsreichsten Bergmassive besiedelt werden; Djebel Babor, Djebel et Meddat, Dj. Oursenis, Djurdjura-Gebirge, Bouhaid-Blida im Tell-Atlas, Aurèsgebirges über 1500 m. Da die Niederschläge im Zedernareal zwischen 600–1500/1800 mm schwanken und die Waldgesellschaft von 1500–2900 m auftritt, zeichnen sich deutliche Typen ab (BARBÉRO et al. 81).

Zedernwald	humid	semiarid
Höhenlage	1500–2000 m	1800–2900 m
Jahresniederschlag	900–1900 mm	450–1000 mm
Oberhöhe der Zeder (m)	25–35(50) m	10–15(20) m
Vorrat/ha (Altbestand)	300–500/800 fm	50–150/200 fm
Zuwachs	3–5/7 fm	0,5–1,5 fm

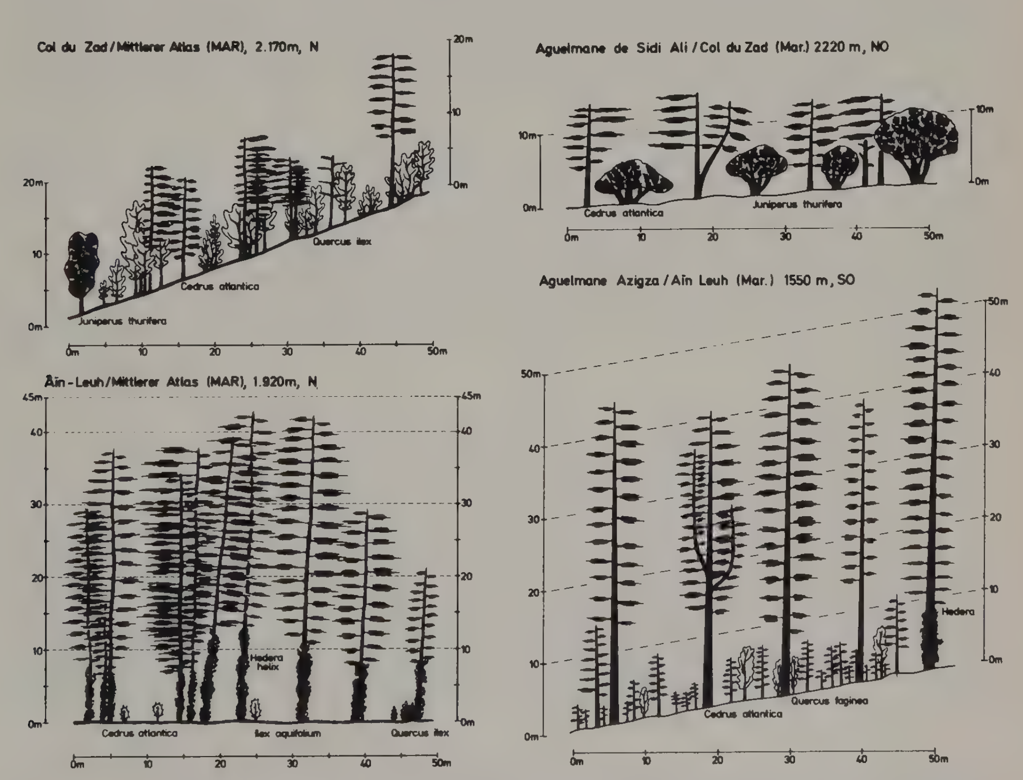


Abb. 275: Zedernwald im Hohen Atlas. Sehr wüchsiger (40–50 m), plenterartiger Zedernwald mit Pfingstrose von semihumidem Charakter (Aguelmane). Typischer Zedern-Hochwaldbestand (Ain Leuh, 1920 m). Hochmontaner semihumider-semiarider Quercus rotundifolia-(Ilex-)Cedrus atlantica-Wald (Col du Zad). Semiarider, sehr geringwüchsiger, weidebeeinflußter Juniperus thurifera-Cedrus atlantica-Wald.

a) **Steineichen-Zedern-Mischwald** (Balansaeo glaberrimae – Querco-Cedretum atlanticae)

Schattseitig werden über dem Steineichenwald (1600–2250 m) alle Unterlagen von diesem mesophilen, subhumiden Mischwald mit Quercus rotundifolia, sehr gute Verjüngung, besiedelt. **CA.:** Ptilostemon dyricola, Festuca triflora; auch Daphne laureola ssp. latifolia, Centaurea triumfettii, Ilex aquifolium, Acer monspessulanum, Hedera helix (Paeonia coriacea).

b) **Humider Pfingstrosen-Zedernwald** (Paeonio maroccanae – Cedrion atlanticae)

Im Staubereich der Vorberge des Mittleren Atlas (Rif-Atlas) mit reichlich Niederschlägen (900–1500 mm), langer Schneelage (Skizentrum Azrou), tritt zwischen 1600–2200 m meist auf Basalt (Kalksteinbraunlehm) ein sehr wüchsiger, relativ feuchter Zedernwald auf, wobei sich im Kontakt zum Quercus faginea-Wald reichlich Laubbäume einmischen. In dieser krautreichen Gesellschaft auf meridionaler Braunerde mit mitteleuropäischen Arten erreicht die Zeder ausgezeichnete Wuchsleistungen 30–40 (50) m und mächtige Dimensionen guter Ausformung (Cèdre Gouraud, 44 m, 240 cm ∅, 92 fm; Abb. 276). Die Ausformung ist lärchenähnlich und breitspitzkronig, ausgeprägte Stockwerkkronen bilden sich erst im Alter. Es werden geschlossene, sogar stufige Bestände entwickelt, die nicht selten im Verjüngungsstadium (gute Ausformung) plenterartigen Charakter aufweisen.

B.: Cedrus atlantica, Quercus rotundifolia, Qu. afares, Qu. faginea, Ilex aquifolium, Taxus baccata, Sorbus aria, Sorbus torminalis, Acer monspessulanum. **S.:** Cytisus triflorus, Viburnum tinus, Daphne laureola, Ruscus aculeatus, Hedera helix (ssp. canariensis), Tamus communis, Rubia peregrina, Lonicera etrusca; **K.:** Brachypodium sylvaticum, Sanicula europaea, Cephalanthera rubra, Viola dehnhardtii var. atlantica, Paeonia corallina ssp. coriacea (var. maroccana), Ranunculus flabellatus, Scilla cedretorum, Gagea foliosa, Dryopteris filix-mas, Agropyron marginatum, Bromus ramosus var. algeriensis et var. macrostachys (Marokko), Cynosurus balansae, Milium montianum.

Semihumider Zedernwald: Auf Kalk geht die Wuchsleistung deutlich zurück (25–35 m); Oryzopsis paradoxa, Narcissus romieuxii (E). Bei Degradation Adenocarpus boudyi, Scorzonera pygmaea, Bromus erectus. Im Rif-Altas (EMBERGER 39) kennzeichnen Eichenarten und Romula bulbocodium; Endemiten: Festuca rifana, Festuca govesii, Arabis josiae, Vicia cedretorum.

Argyrocytiso battandieri – Cedretum atlanticae. Im humiden Vulkangebiet auf Basalt (1600–2200 m) des mittleren Atlas fehlt im ökologischen Optimum der Zeder Quercus rotundifolia. **CA.:** Ilex aquifolium, Calamintha baborensis, Polygonatum odoratum, Geum heterocarpum; auch Paeonia coriacae var. maroccana, Geranium malviflorum, Daphne laureola, ssp. atlanticum.

c) **Silikat-Zedernwald** (Violo munbyanae – Cedrion atlanticae; BARBÉRO et al. 81)

Luzulo forsteri – Cedretum atlanticae: Im Rif-Atlas (1500–1600 m; Tidighin) erreicht Zeder auf tiefgründigen Sandstein-Braunerden ein Wuchsoptimum (150 j., 40–50 m). Zeder teilweise rein, zum Teil mit Quercus (rotundifolia, canariensis, faginea) gemischt; Acer monspessulanum et granatense, Ilex aquifolium. **CA.:** Potentilla micrantha, Digitalis purpurea var. mauritanica, Solidago virgaurea, Vicia cedretorum.

Agropyro marginati – Cedretum atlanticae: Im mittleren Atlas (1800–2000 m) kennzeichnen die humide, wüchsige Silikat-Einheit: Agropyron marginatum, Ptilostemon dyricola, Luzula nodulosa var. mauretanica. Bei starker Weide-Degradation: Berberis hispanica, Astragalus boissieri.

d) **Semiarider Juniperus-thurifera-Cedrus atlantica-Wald**

Im Regenschatten des Mittleren und am Nordabfall des Hohen Atlas (Djebel Ayachi, Aurès-Gebirge) nehmen mit zunehmender Höhenlage (1800–1550/2900 m) die Niederschläge rasch ab

(450/600–1000 mm). In den frostreichen Hochlagen bleibt die geringmächtige Schneedecke länger liegen, Minimumtemperaturen können bis minus 25°C erreichen. Wechselnd spaltengründige Kalkstein-Braunlehmböden verstärken in der niederschlagsarmen Vegetationszeit den trockenen Standortscharakter. Die lichten, oft parkartigen Zedern-Trockenwälder von Steppenwaldcharakter sind geringwüchsig (10–15/20 m), kurzschaftig, abholzig, starkastig, mit ausgeprägten Stockwerkkronen (Trockenschäden). Der Weihrauch-Wacholder, meist mehrstämmig, von geringer Höhe (5–10/12 m) mit mächtigen Dimensionen 160–280 cm (nach EMBERGER 39 mehrstämmig bis 5 m ∅) baut den Nebenbestand auf. Er bildet vielfach reine Nachfolgebestockungen bei Kahlschlag, Brand oder starker Beweidung, da die Regenerationsfähigkeit der Zeder stark herabgesetzt ist. Quercus rotundifolia fehlt, ebenso Kräuter und anspruchsvolle Arten. Xerophytische Dornpolstersträucher (Erinacetalia) breiten sich in lichten Beständen aus (Alyssum spinosum, Berberis hispanica, Bupleurum spinosum, Cytisus balansae, Erinacea anthyllis). Ausgeprägte Degradationsstadien kennzeichnen Artemisia mesatlantica (E), Astragalus boissieri, Delphinium balansae (E) (EMBERGER 39). Das Lonicero arboreae – Cedretum atlanticae, ein labiles Ökosystem, kennzeichnet Crataegus laciniata (BARBÉRO et al. 81).

4. Weihrauchwacholder-Wald (Juniperetum thuriferae var. africanae, Abb. 275)

Ausgedehnte Juniperus thurifera-Bestände kommen im Hohen Atlas von 1900–3150 m vor; tiefste Vorkommen bei 1250/1500 m (EMBERGER 39). Zwischen 1900–2700/2800 m sind im Cedrus atlantica-Areal reine Wacholder-Bestände großflächige Degradationsstadien nach Kahlschlag der Zeder oder Brand. Juniperus thurifera ist sehr feuerfest und durch gute Stockausschlagfähigkeit auch gegen Beweidung relativ resistent. Durch seltene Samenverjüngung besteht langfristig Entwaldungsgefahr. Infolge Harzgewinnung (Weihrauch) wurde der Baum früher stärker geschont. Nur an der obersten Waldzone (2700–3100 m) treten sehr lockere, natürliche Juniperus thurifera-Klimax-Buschwälder auf, ebenso wird bei zunehmender Trockenheit gegen die Sahara die Zeder durch Juniperus thurifera ersetzt (z.B. Djebel Ayachi, Marokko). Infolge der offenen, räumdigen Bestände gibt es keine gesellschaftsspezifischen Charakterarten, so daß reichlich Arten der Alyssum spinosum-Flur eindringen; Catananche caerulea, Linaria brousonetti (E), Daphne gnidium. Hochmontane Berberis hispanica-Variante über 2500 m mit Bupleurum spinosum, Prunus prostrata, Daphne laureola, Rosa sicula, Nepeta atlantica (E), Vella mairei (E), auch Buxus sempervirens, Lonicera arborea. Mittelmontane Variante Fraxinus xanthoxyloides, Ephedra nebrodensis, Adenocarpus anagyrifolius (E), Genista myriantha (E) Papaver atlanticum (E), Stipa nitens (E).

IV. Südwestmediterraner Au- und Laubmischwald

1. Weiden-Auwald (Salicion purpureae)

Im größeren Auengebiet und in Flußalluvionen kommen in humiden, mittleren Gebirgslagen (bis 2500 m) als primäre Sukzessionseinheit auf jüngsten Alluvionen Weidengebüsche mit Salix purpurea und mediterraner S. pedicellata (auch Sahara – und Anti-Atlas) vor. Salix alba ist auf den Norden und Salix triandra auf das östliche und mittlere Nord-Algerien beschränkt.

2. Grundfeuchter Silberpappel-Auwald

Reicht am weitesten in das trockene Gebiet und ist sogar in der Barqa Cyrenaica, im Sahara-Atlas (bis 2000 m) und im Anti-Atlas zu finden. Ungestörte Bestände (20–30 m) sind selten. Vergesellschaftet ist mit Populus alba die in Nordafrika und in Iberien vorkommende var.

subintegerrima, ferner Populus nigra ssp. neapolitana (Knapp 73). Auf schweren, im Winter überschwemmten Alluvialböden das Viticetum agni-casti.

3. Eschen-Ulmen-Auwald

Im Gebirge (bis 2000 m) weiter in das trockenere Gebiet vordringend als Erlenwälder. In breiteren Flußauen können die 15–25/30 m hohen Hartholzauwälder zusammengesetzt sein aus Fraxinus parvifolia, F. angustifolia (bis 2500 m), Ulmus minor ssp. procera.

4. Nordafrikanischer Schwarzerlenwald (Alnetum subrotundae Knapp 73)

Die mediterrane Varietät Alnus glutinosa var. subrotunda gedeiht in den nördlichen Atlas-Ländern nur in Bach-Auen und tief eingeschnittenen, luftfeuchten Tälern zwischen 400 bis 800/1500 m und kommt nur in den regenreichsten nördlichen Gebieten tiefer vor; NW-Tunesien bis Nordmarokko (Barbéro et al. 81). Der kurzumtriebige Niederwaldbetrieb ermöglicht nur eine geringe Baumhöhe (6–12/20 m). In der artenreichen Krautschicht überwiegend mitteleuropäische Auwaldarten: Hedera helix, Viburnum tinus, Rubus ulmifolius, Sambucus ebulus, Geranium lanuginosum, Vitis sylvestris, Athyrium filix-femina var. tridentatum, Circea lutetiana, Osmunda regalis var. plumieri, Carex remota, Sanicula europaea, Polystichum aculeatum (setiferum).

5. Iberischer Birkenwald (Primulo acaulis-Betuletum celtibericae, Barbéro et al. 81)

Nordseitig auf bachbegleitenden Populetalia albae-Silikat-Standorten (Rif) charakterisieren: Frangula alnus ssp. baetica, Athyrium filix-femina, Salix atrocinerea, Luzula sylvatica, Stellaria holostea (Prunus lusitanica).

6. Lusitanischer Kirschenwald (Polysticho setiferi-Prunetum lustitanicae; Barbéro et al. 81)

In feuchten Schluchten des Rif-Atlas (1400–1600 m) kennzeichnen die humide, flußbegleitende Gesellschaft an Schluchtanfängen auf Gleyböden: Daphne laureola, ssp. latifolia, Lamium flexuosum (Saxifraga granulata).

7. Hoch- bis submediterraner Eschenwald
(Genisto floridae (maroccanae)-Fraxinetum dimorphae, Barbéro et al. 81)

Im Hohen Atlas (1700–1900 m), im Aurés Gebirge (bis 1300 m), auch in Tunesien (Knapp 73) werden Übergangsstandorte zwischen Erle und Zeder besiedelt. **CA.:** Sarothamnus grandiflorus ssp. barbatus, Bupleurum laterifolium, ferner Juniperus oxycedrus, phoenicea et thurifera (2000 m).

G. Waldbauliche Probleme

1. Standorts- und Gesellschaftsvielfalt

Mediterrane Wälder sind von einer einzigartigen Reichhaltigkeit an Waldgesellschaften, Bäumen, Sträuchern und Arten der Bodenvegetation. Die schon große ökologisch-biologische Variabilität wurde anthropogen vervielfacht, da auf gleichem Standort nebeneinander alle regressiven Stadien vom Naturwald bis zur Macchie und Felstrift auftreten und entsprechende progressive Regenerationsstadien. Mediterrane Waldökosysteme haben trotz optimaler standörtlicher Anpassung an das extreme Klima zumeist ein labiles Gleichgewicht. Gerade deshalb ist eine fundierte soziologisch-ökologische Analyse mit einer standorts- und bestandesindividuellen Erhebung über Struktur, Entwicklungsdynamik und Funktionalität notwendig, um erfolgreiche mediterrane Waldbaumethoden zu entwickeln. Vielfache Mißerfolge ergaben sich durch Übertragung unzureichend angepaßter mitteleuropäischer Verfahren (Berenger 1859).

2. Forstgenetische Situation

Eine ungewöhnliche genetische Vielfalt besteht in allen Höhenstufen. In der mediterranen und submediterranen Stufe treten viele Quercus-Arten auf. Beim stark zersplitterten Areal von Pinus nigra können 15 Herkünfte (Ökotypen, Standortsrassen, Subspecies, Varietäten) unterschieden werden. Anbauversuche ergaben eine wechselnd starke genetische Wirkungsstärke. Die Erhaltung dieses breit gestreuten Genpools zur Auslese von geeigneten Herkünften für die Aufforstung trockener Berg-Macchien und Umwandlung von weniger leistungsfähigen submediterranen Laubwäldern ist besonders wichtig. Die mediterran-montane Abies ist von einer analogen genetischen Vielfalt. Unter humiden bis semiariden Bedingungen gedeihen Bergwälder. Durch diese breite ökologische Amplitude und eine auffällige biologische Stabilität werden nordmediterrane Tannen-Herkünfte für Mitteleuropa interessant, zur Auswahl trockenresistenter Ökotypen für Tieflagen, die unter dem Tannensterben leiden (z.B. Molise-Aspromonte, Mayer 80). Die genetische Variabilität beruht auf verschiedenen Ursachen, z.B. große Klimaunterschiede auf Sonn- und Schattseiten. Durch den Gebirgscharakter mit großer Reliefenergie haben sich viele Endemiten (Ökotypen), vor allem auf den Inseln erhalten. Differenziert war die waldgeschichtliche Entwicklung durch unterschiedliche Entfernung zum Glazialrefugium. Die Gesellschaftsvielfalt trug durch unterschiedliche Konkurrenz zur Entstehung zufälliger Lebensgemeinschaften bei.

Wichtige forstgenetische Aufgaben bestehen in der Erhaltung der Ökotypen und Sicherung gefährdeter Relikte durch gezielte Vermehrung (Abies nebrodensis); Anlage von Samenplantagen. Anbauversuche zur Auslese leistungsfähiger und krankheitsresistenter Herkünfte (Pinus halepensis, P. brutia, P. nigra, Castanea sativa) sind notwendig.

3. Leistungsfähigkeit des mediterranen Waldes (Abb. 276)

a) Holznutzung

Laubwald: Die Leistungsfähigkeit wird beeinträchtigt durch geringen Höhenwuchs (8 bis 12/15 m, niederschlagsreicher 15–25 m), lockeren bis räumdigen Stand mit geringen Altholz-Vorräten (60–120/180 fm/ha, mediterrane Tieflagen 15–25 fm, Durchschnittsvorrat in Algerien 4–5 fm/ha) und durch kurzschaftige, starkastige Ausformung. Die durchschnittliche Zuwachsleistung erreicht im feuchteren Norden 2–3 fm/ha, im südlichen bis kontinentalen Bereich 1,0–1,5 fm/ha. Sie kann in degradierten Beständen auf 0,3–0,7 fm/ha und noch tiefer zurückgehen. Die natürliche Leistungsfähigkeit ist vielfach gering, da nahezu alle frischeren, wuchsgünstigeren Standorte für die Landwirtschaft gerodet wurden. In Parks und gezäunten Waldflächen ist dagegen die Wuchsleistung oft erstaunlich (20–30/35 m; z.B. Wald von Buçaco/P.). Wenn man den

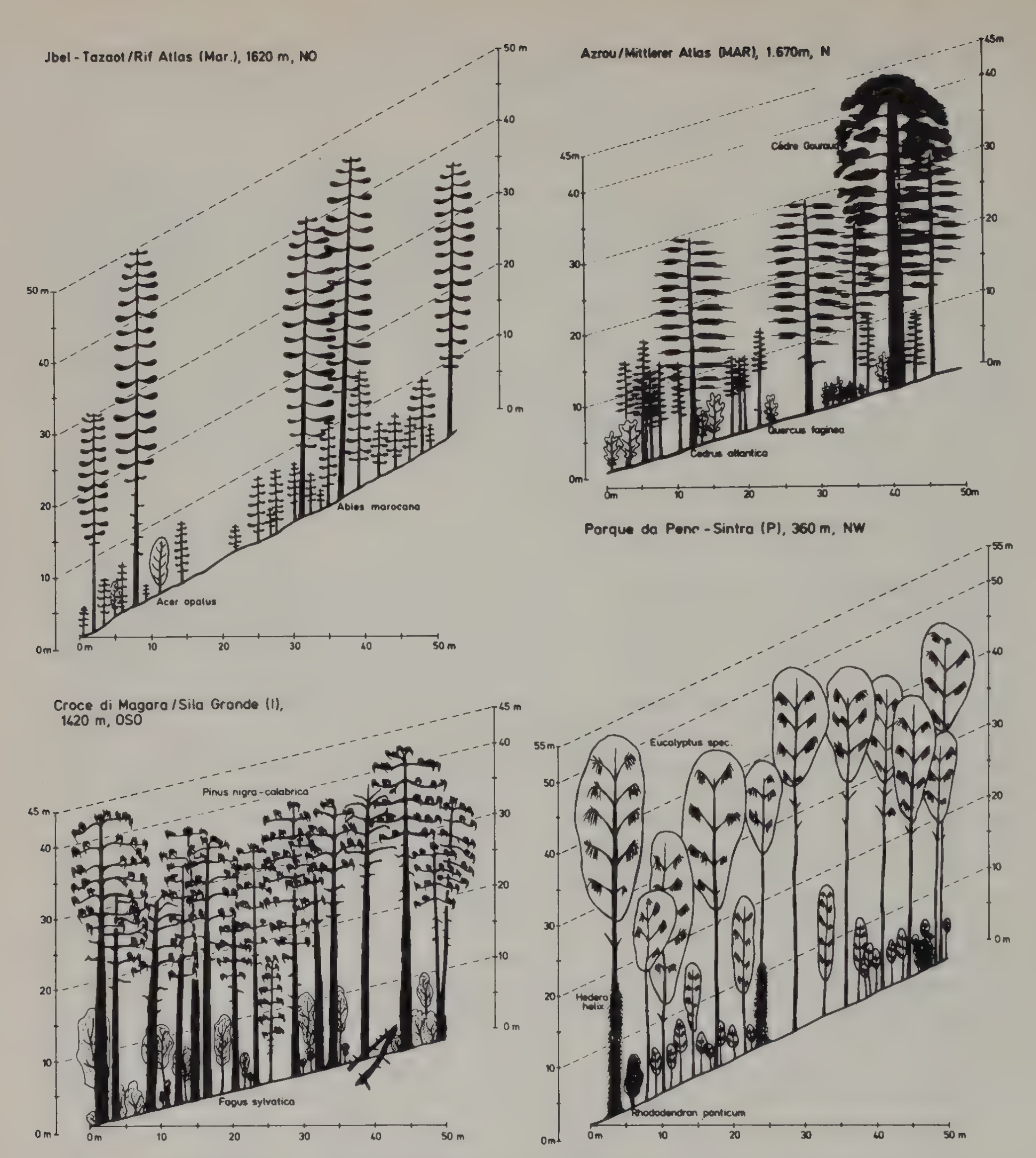


Abb. 276: Wuchsoptimum in der Mediterraneis. Die Cèdre Gouraud bei Azrou/Mittlerer Atlas dürfte der mächtigste Baum der Mediterraneis und von ganz Europa sein (240 cm ∅, 44 m Höhe, rd. 92 Vfm; MAYER 80). Im Rif-Atlas steht am Ibel Tazaot in einer frischen Mulde ein femelschlagartiger Abies maroccana-Spitzenbestand (40–50 m). Die «I Giganti di Calabria», Pinus nigra calabrica (25 fm/Stamm, 1225 fm/ha) stehen in einer wuchsbegünstigten Mulde auf einem natürlichen Buchenwaldstandort. Im atlantisch-mediterranen Portugal erreichen Eucalyptus-Bestände (Sintra-Lissabon) beachtliche Wuchsleistungen (45–55/60 m).

anthropogenen Einfluß berücksichtigt, ist die Umwandlung in leistungsfähigere, auch nadelbaumreichere Mischbestände vordringlich.

Nadelwald: In höheren, niederschlagsreicheren Lagen kommen 25–35/40 (lokal bis 50) m hohe Bestände von guter Wuchskraft vor (200–400/600 fm; 3–5 fm dgz). Intakte Nadelbaum-Bergwälder sind nur noch auf kleineren Flächen als Relikte übriggeblieben (z. B. Zeder, Tanne), so daß deren Erhaltung vordringlich ist. Tieflagen-Wälder, z. B. Aleppo-Kiefernwald in Tunesien (9–15 fm/ha) wesentlich niedrigere Leistung.

b) Nebennutzung

Im mediterranen Raum ist lokal auch heute noch die Nebennutzung vorrangig. Bei den Quercus-Arten spielt noch immer die Holzkohlegewinnung im Niederwaldbetrieb eine wesentliche Rolle. Im 9–12 j. Umtrieb kann je Korkeiche mit 15–20 (50–75) kg Kork gerechnet werden. Bei Quercus aegilops Gerbstoffgewinnung aus den Valonen (große Fruchtbecher). Astung von Eucalyptus zur Ernte der Blätter; 100 kg Blätter ergeben 1 l Öl.

Harznutzung: Pinus pinaster, P. nigra, P. brutia, P. halepensis. Im jährlichen Durchschnitt liefert ein Pinien-Altbestand 6000–7000 kg Zapfen, die 200 kg entkernte, eßbare Samen (Pignioli) ergeben. **Erica-Arten** (Erica arborea) zur Bruyere-Nutzung. In Algerien werden beispielsweise jährlich 12000 t Wurzelknollenholz durch Ausgraben der Stöcke in einem 50jährigen Umtrieb gewonnen (Pfeifen-Herstellung); Ertrag 500–1200 kg/ha (SCHRÖDER 74).

Heilpflanzen: (Styrax officinalis, Myrtus communis, siehe ZOHARY 77). **Fraxinus ornus-Kulturen** bei Palermo-Cefalu auf 6500 ha, mit 6–7000 dz Manit-Produktion (Abführmittel); **Blütengewinnung** für die Parfümherstellung: Sciadopitys verticillata, Rosacaeae, Lavandula, Rosmarin, Myrthe.

Fruchtbäume außerhalb des Waldes in der eu-mediterranen Stufe: Agrumen, Orangen, Zitrone, Pampelmuse, Pomeranze, Banane, Dattelpalme, Feige, Ölbaum, Johannisbrotbaum (Karube), Agave americana; auch in höheren Lagen Aprikosen, Granatapfelbaum; (Aubergine, Sorghum, Wassermelone, Baumwolle, Reis, Zuckerrohr). Wildfrüchte, z. B. Pistacia, Pyrus, Amygdalus u. a. **Kultbäume:** Quercus aegilops, Ephedra.

Castanea vesca: Bis vor einigen Jahrzehnten waren Edelkastanien-Fruchtwälder für die landwirtschaftliche Bergbevölkerung lebensnotwendig. In Italien stocken auf 430000 ha rd. 62 Mio Stämme, wobei jährlich 1–2 t Früchte je ha geerntet werden. Charakteristische **Vielfachnutzung** der Selven: Früchte zur Gewinnung von Brotmehl (ehedem Brot der Armen), Laub für Betten, Laubfeinreisig für Viehfutter, Ausschläge für Rebpfähle, Gras-Unterwuchs zur Heu-Gewinnung und als Vor- und Nachweide, relativ hohe Brenn- und Bauholzproduktion. Durch die von Amerika eingeschleppte **Endothia parasitica** sind mediterran viele Bestände abgestorben. Der vollständige bis teilweise Ausfall der seit Jahrtausenden subspontan, lokal waldbildenden Art verursacht einen entscheidenden Rückgang der Holzproduktion, die Reduktion der Schutzfunktion und das Entstehen von Staudenwäldern auf leistungsfähigen Standorten. In Italien (DE PHILIPPIS 61) sind von 400000 ha Kastanienwälder große Teile im Absterben, und der Rest ist stark gefährdet, so daß großflächige Umwandlungen heranstehen. Vorübergehend kann der Niederwaldhieb den Ausfall verzögern. Dieses landschaftsverändernde Kastaniensterben sollte mahnen, den großflächigen Anbau von Nadelbäumen (Zypressensterben in der Toscana) und Laubbäumen (Eucalyptus-Krankheiten, Pappel-Marssonina-Krankheit in der Poebene) ökologisch-biologisch abzusichern.

c) Überwirtschaftliche Bedeutung

Die unersetzlichen Waldreste haben vielfache Schutzfunktionen. Weitgehende Entwaldung verursachte die Verkarstung von Kalkstandorten (Dalmatien), exzessive Hochwasserkatastrophen (Florenz, Sizilien, Poebene) und Erosion durch Starkregen (KOTOULAS 80). Wohlfahrtsaufforstungen zur Wiederherstellung und Verbesserung der Schutzfunktionen erfüllen mit den Waldresten vielfache spezielle Aufgaben (SCHRÖDER 74): Verbesserung der Schutzfunktion (Wind, Klima, Steinschlag, Gesundheit), Verminderung der Erosionsgefahr (ökologische Landschaftsstabilisierung), Verhinderung der vorzeitigen Verlandung von Trink- und Nutzwasser-Talsperren, Ausgleich der Wasserführung zwecks nachhaltiger Quellschüttung; mediterrane Wasserführung außerordentlich unterschiedlich: z. B. Marokko 1,5–1500 m^3/sec, Vermeidung von Sand-Verwehung und von Versteppungsgefahr an der Waldgrenze im Süden, Windschutzpflanzungen in Alleen und bei Intensivkulturen (Gemüse, Agrumen) mit Casuarina heterophylla oder Arundo donax, Naturschutz (Refugium für Pflanzen und Tiere); Jagd nur lokal, spanische Bergziege, Korsika-Mufflon.

4. Auswirkungen des anthropogenen Einflusses

a) Entwaldung durch Kahlschlag

Durch Kahlschlag sind vornehmlich auf erosionslabilen Kalkböden manche Klimax-Standorte nahezu irreversibel zerstört worden. Die Wiederherstellung des Waldes ist daher eine Hauptaufgabe. Viele Wälder wurden durch Kahlschlag, Weide oder Brand zu wenig leistungsfähigen, strauchreichen Stadien degradiert; z.B. Hartlaubwald-Degradierungsserie: degradierter Hartlaubwald, Macchie, Halbmacchie, Zwergstrauch-Batha-Garigue-Felstrift.

Die degradierten Wälder sind vielfach ausgedehnter als die noch leistungsfähigen Bestände (Maghreb 6 Mio ha; SCHRÖDER 74). In den Atlasländern sind 50–90% der Waldfläche zerstört oder gerodet worden. So betrug in Algerien die ursprüngliche Waldfläche 7,1 Mio ha, die heutige 2,9 Mio ha; aktuelles (potentielles) Bewaldungsprozent in Marokko 14% (30%), in Algerien 1,3 (3,2%), Tunesien 5% (14%). Zur Römerzeit war Italien noch zu 75% (heute 20%) bewaldet (DE PHILIPPIS 79). Griechenland vor 150 Jahren 48%, heute 20%. Die sehr unregelmäßige Waldverteilung mit absolutem Waldmangel in Trockengebieten erhöht die ungenügende Leistungsfähigkeit, die durch die außerordentliche Zersplitterung des Waldeigentums gefördert wird.

b) Waldbrand («Waldbrände, eine nationale Katastrophe»; GISCARD 78)

Tieflagen-Pinus- und Hartlaubwälder sind am stärksten brandgefährdet, submediterrane weniger, montane kaum mehr (KAILIDIS-MARKALAS 80). Die Waldbrandfläche betrug 1971 in Italien 81000 ha und 1974 in Spanien sogar 140000 ha. Im Massiv des Maures (F) sind in 25 Jahren 25% der bewaldeten Fläche abgebrannt. Trotz intensiver Überwachung und Aufklärung brennt in Israel jedes Jahr etwa ½% der Waldfläche ab. Durchschnittlich 30000 ha fallen jährlich in Italien den Flammen zum Opfer (DE PHILIPPIS 79), in Griechenland 0,2%, Frankreich 0,32% (Bundesrepublik 0,06%), Korsika 4% (!). 1969 verbrannten in Spanien und 1970–1974 in Italien mehr Waldflächen als aufgeforstet wurden. In Cypern verbrannten während der Kämpfe 1955/59 und 1974 300000 fm Holzvorrat. Bestimmte Gebiete sind besonders gefährdet, wie Côte d'Azur (Fremdenverkehr), Mittelspanien, Korsika (besondere Einstellung der Bevölkerung zum Feuer). Waldbrände sind eine lähmende Hypothek der mediterranen Aufforstungen, die mit unermeßlicher Mühe und erheblichen Kosten geschaffen wurden. Die **Ursachen** für die besondere Brandgefahr der mediterranen Nadel- und auch Laubwälder liegen im sommertrockenen Klima mit langer Dürrezeit und heftigen Lokalwinden (Mistral, Bora, Scirocco) sowie im brandanfälligen Bestandesaufbau: Durch Raschwüchsigkeit in der Jugend, große Nadelproduktion (lange Nadeln), Aufbau reiner individuenreicher Jungbestände mit erheblicher Streuproduktion, großer Harzreichtum mediterraner Kiefernarten, oft fehlende Bodenvegetation, vielfach brandgefährdete, ölreiche Dornsträucher. Unvorsichtigkeit mit Feuer wirkt sich mediterran katastrophal aus.

Technische (Feuerschneisen) und organisatorische **Waldbrandbekämpfung** (RICO-RICO 81): Verwendung von kontrolliertem Feuer, Einsatz von Wasserbombern, bewegliche Einsatzkommandos, Aufklärung der Bevölkerung, ständiger Kontrolldienst, (Feuerbeobachtungsnetz mit Beobachtungstürmen) müssen durch **ökologisch-biologische Vorbeugungsmaßnahmen** ergänzt werden: Aufbau von gemischten Zweischichtenbeständen aus Laub- und Nadelbaumarten, Unterbau mit Laubbäumen, Einschaltung von Laubbaum-Feuerschutzstreifen ausreichender Größe. Die ökologischen Folgen von Waldbränden sind noch unzureichend bekannt; Wasserhaushalt, Erholungseignung. Aufklärung der Bevölkerung ist entscheidend zur vorbeugenden Mithilfe: »Wenn ein Wald verbrennt, verbrennt auch etwas von dir«.

c) Waldweide

Neben dem Waldbrand ist die Waldweide die Geisel des mediterranen Waldes. 3–5 Stück Kleinvieh benötigen 1 ha Weidewald. Wenn auch lokal die Zahl der Schafe und Ziegen

zurückgegangen ist (Dalmatien 1800–1950: Ziegen 750000 – Null, Schafe 1100000–800000), so kann ohne generelle Regelung der Weide die Leistungsfähigkeit des Waldes nicht gesteigert werden: Trennung von Wald und Weide, Verbot der Ziegenweide (Jugoslawien), Aufbau von Verbiß-Ausschlagswäldern, Verbesserung von Weideflächen außerhalb des Waldes, zusätzliche Erwerbsmöglichkeiten für die landwirtschaftliche Bevölkerung. Eine land- und forstwirtschaftliche Integrallösung ist notwendig, da z.B. eine sechsköpfige Familie im tunesischen Eichenwaldgebiet der Khroumirie im jährlichen Durchschnitt 6,1 fm Holz-Äquivalent benötigt (Mayer 80).

d) Tourismus

Der zunehmende Tourismus gefährdet verstärkt die labilen Waldökosysteme: Waldbrandgefahr, zunehmende Rodungen für touristische Zwecke (Feriendörfer, Wege, Seilbahnen). Gezielte Steuerung des Fremdenverkehrs sowie intensive Aufklärung der Bevölkerung sind geboten. Mediterrane Skipisten sind kaum zu begrünen (Korsika).

5. Wiederaufforstung degradierter Waldstandorte

a) Aufforstungsziele

Holzproduktions Aufforstungen für die Holzwirtschaft zur Reduktion des großen Importbedarfes, Erhöhung der forstbetrieblichen Rentabilität und zur Verbesserung der standörtlichen Leistungsfähigkeit. **Wohlfahrts-Aufforstungen** zur Verbesserung des Lokalklimas, zur Erosionsvorbeugung, zwecks Wasserspeicherung und zur Erhaltung der Bewohnbarkeit.

b) Aufforstungsprogramme

In vielen Staaten werden umfangreiche Aufforstungen geplant, wie z.B. Tunesien 1960/71 154000 ha, Algerien 163000 ha. Damit sind noch nicht alle Flächen erfaßt, da mediterran jährlich Tausende ha durch Waldbrand wieder verlorengehen. Das 100jährige Wiederaufforstungsprogramm des spanischen Patrimonium forestal del Estado umfaßt 5,7 Mio. ha Ödfläche von 13 Mio. ha entwaldeter Fläche, das sind 20% des bewaldeten Areals (Ammer-Gutschik 64); 50% sind bereits aufgeforstet, jährlich 60000 ha. In Israel wurden in kurzer Zeit 60000 ha wiederbewaldet, ⅔ der Waldfläche. 20% der griechischen Landesfläche (2,6 Mio. ha) sind aufforstungstauglich. Eine ökologische Kartierung ermöglicht die Dringlichkeitsreihung der schutztechnisch besonders wichtigen Flächen (Dafis 67). Integrierung mit dem forsthydrologischen Bodenschutz ist erforderlich: Talsperren, Wildbachverbauung, Terrassierung (Lopez 81).

c) Grundlagen der Wiederaufforstung

Integralmelioration: Ausgeprägter als im Norden ist die landwirtschaftliche Bevölkerung durch den relativ geringen Lebensstandard auf den Wald angewiesen; Holznutzung, Weide, Früchte. Deshalb ist das Verlassen traditioneller Bewirtschaftungsweisen (Aufforstung von Viehtriften, Niederwaldumwandlung) nicht ohne weiteres möglich. Voraussetzung dafür ist eine integrale Melioration, in der das forstliche Einzelproblem mit dem gesamten sozio-ökonomischen Fragenkomplex abgestimmt wird. Bei der Vielfachbedeutung des mediterranen Waldes müssen Wiederherstellungspläne eine integrierte Landnutzung zum Ziel haben, da gleichzeitig Fragen wie Umsiedlung, Umschulung, Sicherung der wirtschaftlichen Existenz, Ersatz der landwirtschaftlichen Arbeit durch kleinindustrielle Arbeit usw. berücksichtigt werden müssen. Bei der FAO besteht seit 1970 die Versuchsabteilung »Silva mediterranea« zum Studium dieser komplexen Frage, die auch in MAB-Projekten aufgegriffen werden (UNO, 1976). Auch integrierte Wildbachverbauung (Graf 73). Prioritätenkatalog der Probleme siehe Morandini (77).

Waldökologische Grundlagenforschungen: Standortseignung der Aufforstungsbaumarten bezüglich Hitzeresistenz (Lange-Lange 63, Karschon-Schiller 76). Einfluß der Mediterran-Vegetation auf die Wasserbilanz der Speicherbecken. Verwendung des kontrollierten Feuers, Einfluß der Waldweide und des Tourismus auf mediterrane Ökosysteme. Auswirkung von Immissionen. Wald-Weide-Ausscheidung zusammen mit landwirtschaftlichen Spezialisten inkl. Weideregelung, Kriterien für absolute Waldböden, Bewertung von Grenzertragsböden. Standortserkundung zur Ausscheidung der Aufforstungsflächen nach Dringlichkeit, Baumartenwahl; Nährelementmangel-Symptome häufiger als in Mitteleuropa (Laatsch 67).

Aufforstungstechnik: Terrassierung in der Schichtenlinie zum Bodenschutz und durch Neigung der Bankette nach innen optimale Erhaltung des Niederschlages (Gradoni); Ausnützung aller Kleinmulden mit besserer Bodenfeuchtigkeit (Hatzli-Stathis 80); unterstützende Bepflanzung mit Grasbüscheln. Rationelle Forstpflanzenbeschaffung (Ballenpflanzung, paperpot). Weiterentwicklung der Pflanztechnik; bei denudiertem Gestein, entweder künstliche Anlage von Lehmspalten (Split) oder Topfpflanzung, wurzelnackte Pflanzen mit Lehmbrei. Der Neuaufbau eines mineralischen A-Horizontes benötigt viele Jahrtausende, denn die Gesteinsverwitterung verläuft unter dem gegenwärtigen Klima langsam. Verwendungen von Hilfspflanzen als Strahlenschutz. Ausbildung des Personals. Wegerschließung des Aufforstungsgebietes. Sicherstellung des Brandschutzes. Straffe Organisation der Aufforstungsbehörde (Israel, Hueck 60).

d) Aufforstungen mit Nadelbäumen

In erster Linie können mittelfristig Pinus-Arten die Produktion steigern: Bei Aufforstungen reiner Pinus-Bestände über das natürliche Areal hinaus (z.B. Pinus nigra, P. halepensis) muß mit Insekten-Gradationen gerechnet werden, z.B. Prozessionsspinner. Zur Gefahrenprophylaxe dient Laubbaumbeimischung. Westmediterran hat sich auch Pinus radiata bewährt; ebenso Pinus pinaster (unterschiedliche Rassen, Schenck 39) durch Eignung für verdichtete Standorte, geringe Standortsansprüche, hohe Wurzelenergie und geradschaftige Ausformung (Harznutzung). In Tieflagen von Marokko wird auch mit Araucaria excelsa aufgeforstet. Submediterran hat sich Cedrus atlantica bewährt.

e) Steppen- und Halbwüsten-Aufforstung in ariden Gebieten

Im Wald-Steppen-Übergangsgebiet (Israel, Atlas-Länder) mit Niederschlägen von 100–300 mm sind typische mediterrane Arten nicht mehr anbaufähig; Ausnahme Argania spinosa. Geeignete Spezialisten: Acacia raddiana, A. tortilis, Tamarix articulata (Wanderdünenaufforstung mit Acacia cyanophylla); Bewässerung ist problematisch durch Versalzungsgefahr (Zednik 72). Bei der Aufforstung der »Barrage vert« am Rande der Sahara wurden wüchsigere Küstenherkünfte von Pinus halepensis durch Insektenschäden stark dezimiert. Lokal selektionierte Provenienzen haben bessere Erfolgsaussichten (Morandini 80); Verwendung von Kunststoffblättern für das Mulchen, tiefe Bodenbearbeitung.

f) Wald-Weide-Aufforstung zur Schaffung von Futterwäldern

Steigende Viehhaltung durch Groß- und Kleinvieh bei Bevölkerungszunahme führt zur weiteren Degradierung noch intakter Wälder und zerstört offene Waldflächen immer stärker. Lockere Garigue-Macchien-Flächen sind mit ausschlagfähigen Baumarten wieder zu bestocken, damit die entstehende Buschwälder Weide bieten und gleichzeitig den Standort und die Schutzfunktion verbessern.

g) Anbau schnellwachsender Baumarten in Holzplantagen

Zur kurzfristigen Produktionssteigerung eignet sich der Anbau schnellwachsender Laub- und Nadelbäume in Tieflagen, da Aufforstungen in den Berglagen mit geringem Zuwachs (1–2 fm) erst

mittelfristig die Produktion steigern. Sie sind nur auf landwirtschaftlich geeigneten, besseren Standorten leistungsfähig, wodurch sich die Anbaubegrenzung ergibt.

Eucalyptus-Anbau in der mediterranen Stufe: In den wärmsten Lagen (Oleo-Ceratonion, tiefere Quercus ilex-Region) eignen sich tiefgründige, nachhaltig frischere Böden am besten. 1964 existieren vor allem im Süden und Südwesten bereits 650000 ha Eucalyptus-Plantagen, davon Spanien 230000 ha, Portugal 130000 ha, ostmediterran 150000 ha (MORANDINI 64). Verwendete, weiter zu selektionierende Arten: Eucalyptus globulus, rostrata, camaldulensis, microteca (Ägypten), gomphocephala (Kalkböden), occidentalis. Für kühlere Quercus ilex-Standorte: E. viminalis, dalrympleana, bridgesiana, stellulata, rubida. Nach mechanischer Bodenbearbeitung werden 600 (arid) – 2500 (humid) Heister gepflanzt; Umtriebszeit 8–12/10 Jahre. Leistung im Norden bei 15–30 fm/Jahr/ha, im Süden 5–10 fm. Einzelleistungen dürfen nicht überschätzt werden (28 Jahre, 29,5 m, 23 cm ∅; 18 Jahre rd. 400 fm; E. globulus bis 60 m Höhe auf einen frischen Sonderstandort (Abb. 276). Forstschutzprobleme weiten sich mit Zahl der Reinbestandsgenerationen aus (FENAROLI-GAMBI 76, PAVARI 60).

Mediterraner Pappelanbau mit künstlicher Bewässerung: Beispiel Rio Genil/Andalusien (ROJAS 80). Kombinierte land- und forstwirtschaftliche Kulturen (z.B. Pappel-Mais) auf tiefgründigen Böden mit künstlicher Bewässerung; Anbau italienischer Klone I 214,262 im Verband von 3×3 m; Umtriebszeit 10 Jahre; 25 m Oberhöhe, 30–40 m^2, Holzanfall 400 Efm/ha; Zuwachs 60–70 fm/Jahr/ha. Bei künstlicher Bewässerung und Engverbänden werden maximale Zuwachsleistungen erreicht und Schwach- bis Mittelholz produziert. Stärkeres Holz (50 cm ∅) benötigt nahezu den doppelten Produktionszeitraum, daraus resultiert eine geringere Rentabilität der forst- bzw. landwirtschaftlichen Plantage; Spanien 100000 ha Pappelfläche.

Pappel-Anbau im submediterranen Raum: Der niederschlagsreichere Norden eigenet sich sehr gut für den Pappelanbau. In der sommerwarmen Po-Ebene werden bei Grundwasseranschluß auf 200000 ha bei einem Umtrieb von 10–15 Jahren und Mittelverbänden (6×6 m) 200–400/650 fm je Jahr und ha durchschnittlich 20 fm, auf besonders günstigen Standorten 30 (46) fm Zuwachs erzielt; Anbautechnik (ALLEGRI 75). Infolge des starken Befalls von Spitzenklonen (I 214) durch Marssonina ist die Selektion resistenterer Klone (deltoides-Klone, vielleicht noch Jacometti 78 B) vordringlich, die waldbaulich, ertragskundlich und technisch anbauwürdig sind.

Raschwüchsige Nadelbaumarten: Auf der Iberischen Halbinsel wurde auf großen Flächen in Tieflagen (50000 ha) Pinus radiata (insignis) angebaut (ECHEVERIA 43). Die wüchsigsten 25 jg. Bestände erreichen 32 m Mittelhöhe, 600 fm Vorrat, dgz 38 fm, Durchschnitt bei 15–25 fm. Ungenügende klimatische und bodenkundliche Standortswahl führt beim Anbau zu empfindlichen Rückschlägen; z.B. Griechenland (PAPAMICHOS 80). Da Pinus pinaster (var. hamiltonii) wegen der Harzgewinnung schon im 19 Jhdt. in Galizien und Asturien angebaut wurde, sind diese Flächen ausgedehnter (inkl. der Naturbestände 1,2 Mio ha). Pinus brutia/halepensis wird zur Aufwertung von Quercus-Standorten häufiger verwendet. Im warm-trockeneren südlichen oder tieferen Gebiet verursacht der regelmäßig stärker auftretende Prozessionsspinner Produktionsverluste.

Anlage von Windschutzstreifen: Verwendete Baumarten je nach Standort Eucalyptus, Populus, Cupressus, Casuarina equisetifolia.

6. Waldbauliche Aufgaben im Ertragswald

a) Verbesserung der vorhandenen Hochwälder

Wesentliche Schwierigkeiten bei der Walderhaltung und Waldpflege liegen darin begründet, daß die Menschen des Mittelmeerraumes mit ihren Bedürfnissen und Traditionen oft im Gegensatz zum Leben des Waldes stehen (DE PHILIPPIS 79). Die waldbauliche Intensivierung ist eine wesentliche Grundlage zur Steigerung der Nutzholzproduktion (DAFIS 80) und zur Gewährleistung der Schutzfunktion. Eine möglichst detaillierte, waldbauliche Planung ist unerläßlich, ebenso selektive Bestandespflege zur Mischungsregelung und Qualitätsverbesserung. Die Hochwaldfläche sollte womöglich vergrößert werden. Hauptprobleme zur Verbesserung der bestehenden Wälder (DE PHILIPPIS 79): Wiederherstellung leistungsfähiger Bergwälder; in den submonta-

nen Eichen- und Edelkastanienwäldern Übergang vom Kahlschlag und einzelbaumweiser Plünderung zur Kleinflächennutzung zur Vermeidung großflächiger Bodenentblößung. Erfolgentscheidend ist vor allem ein wirksamer Schutz gegen Feuer und Beweidung der bestehenden Wälder.

b) Umwandlung bzw. Überführung von Nieder- und Buschwäldern

Von der türkischen Waldfläche sind beim Hochwald 27% produktiv und 15% unproduktiv, vom Niederwald dagegen nur 14% produktiv und 34% unproduktiv. Griechenland besitzt 53% Niederwald (1 Mio ha), 17% Mittelwald und Spanien 49% Nieder- und Mittelwald, wobei von der sogenannten Forstfläche 74% Mittel- und Niederwald, degradierte lichte Wälder (Dehesas) und entwaldete Flächen (Matorrolas) sind; Italien 3,5 Mio ha Niederwald. Nahezu alle Laubbaumarten werden sehr großflächig im kurzfristigen (8–12/20 Jahre) Niederwaldbetrieb bewirtschaftet. Es spricht für die ökologische Anpassungsfähigkeit und die biologische Widerstandsfähigkeit der mediterranen Laubbäume, daß sie sich trotz dieser degradierenden Behandlung jahrtausendelang behaupten konnten. **Vorteile:** Flächendeckende, sehr rasche vegetative Verjüngung mit den natürlichen Baumarten, fast ständige Bodenbedeckung mit weitgehendem Erosionsschutz, bei kleinflächiger mosaikartiger Bewirtschaftung gute, nachhaltige Schutzwirkung in Steilhängen, durch pflegliche Nutzung relativ hohe Zuwachsleistung. **Nachteile:** Beschränkung der Baumarten auf bessere ausschlagfähige Arten, Ersatz der Flaumeiche durch Fraxinus ornus und Ostrya im Norden, Brennholzproduktion. Der Niederwald ist trotz guter Massenleistung von relativ geringem Wertertrag, so daß die Umwandlung bzw. Überführung in leistungsfähigere, mit Nadelbaumarten angereicherte Bestände speziell bei rückgängiger Landwirtschaft geboten ist. Die Aufwertung mit standortsangepaßten Nadelbäumen in Zweischichtenbeständen (Nebenbestände mittels Stockausschlag) bietet sich an. Standörtliche Leistungsfähigkeit (Bonität) und Baumartenmischung beeinflussen maßgeblich die waldbauliche Planung (Dafis 66).

	Alter Jahre	Höhe m	Grundfläche m^2	Vorrat m^3/ha	d. Zuwachs m^3/ha
Quercus frainetto	30–50	8–23	10–33	85–348	2,7– 7,0
Quercus petraea	50–60	11–20	20–24	101–232	1,6– 4,6
Castanea sativa	11–14	10–15	18–26	92–170	6,7–15,4

Eichen- und Edelkastanienwälder der Chalkidiki haben ein sehr unterschiedliches Leistungsvermögen. Castanea ist in der Jugend besonders wüchsig. Bei geringeren Bonitäten (1–3 fm, Quercus frainetto) mit schlechtgeformten Buschwäldern ist auch ökonomisch die **Umwandlung** (Stamou 80), auf besseren Standorten mit leistungsfähiger Oberschicht die **Überführung** im Hochwald in der Regel am günstigsten (Quercus frainetto über 5 fm). Auf mittleren Standorten Kombination der beiden Verfahren mit Erhöhung des Umtriebes und Aufforstung der Blößen (Susmel-Famiglietti 68).

c) Behandlung von natürlichen Wiederbewaldungsflächen

Starker Rückgang der Kleintierzucht (Jugoslawien, Griechenland) löst vielfach eine natürliche, individuenreiche Wiederbewaldung aus an Kahl- und Erosionsflächen oder vielen landwirtschaftlichen Grenzertragsböden, die durch Abwanderung (Landflucht) brach liegen bleiben. Die spontan einsetzende standorts- und gesellschaftspezifische Naturverjüngung erfolgt über ein strauchreiches Pionier-Buschwaldstadium und mittelfristig stellen sich Schlußbaumarten ein, wobei Baumartenmischung, struktureller Aufbau und qualitative Ausformung meist nicht entsprechen. Zielgerechte Steuerung des Bewaldungsablaufes (Mischungsregelung) und Einbau leistungsstarker Nadelbäume könnten die Leistungsfähigkeit erheblich verbessern. Der hohe Pflegeaufwand ist langfristig von hoher Rentabilität. Ohne generelle Wegerschließung ist keine nachhaltige Steigerung der Produktion möglich (Stergiadis 78).

d) Behandlung erkrankter Edelkastanien-Wälder

Krankheitssituation: Bei der Existenzbedrohung durch den Kastanien-Rindenkrebs scheint die kritischste Phase überwunden zu sein. Die Enwicklung aktiver Resistenzformen und das Auftreten hypervirulenter Formen des Parasiten lassen ein Überleben der Edelkastanien-Wälder auf größeren Flächen als bisher erhoffen (De Philippis 79). Die Selektion und Vermehrung krankheitsresistenter Individuen macht gute Fortschritte (Bazzigher 81).

Umwandlungsaufgaben: Die ursprünglichen submediterranen Klimaxbaumarten der Castanea sativa-Standorte sind meist langsamwüchsigere Quercus-Arten. Als natürlicher Ersatz für Castanea bieten sich zunächst Nadelbäume an, die bei Kahlschlag, Weide oder Brand spontan aus mediterran-montanen Lagen einwandern wie Abies-Arten, Pinus sylvestris, Pinus nigra, oder aus hochmediterranen (Pinus pinaster, halepensis-brutia). Beim Anbau ausländischer Baumarten sind entscheidend: Auswahl geeigneter Herkünfte mit der größtmöglichen soziologisch-ökologischen Übereinstimmung, richtige Standortswahl wie ausreichende und nachhaltige Bodenfeuchtigkeit (Japanlärche, Abies-Arten), feuchter Klimacharakter (Pinus radiata), spaltengründige Karststandorte (Atlas-Zeder), evtl. auch Pinus strobus (De Philippis 61). Auf die heimischen Laub- und Nadelbäume sollte primär zurückgegriffen werden, um kein zu großes Anbaurisiko mit Fremdländern in einem sommertrockenen Gebiet einzugehen. Zur Stablisierung müssen ausreichend biologisch-ökologische Baumarten beigemischt werden.

H. Mediterrane Nationalparks und Naturwaldreservate (Abb. 277)

1. Spanien (Aritio 75)

Valle de Ordesa (2046 ha), 1064–2460 m, «Dolomiten-Landschaft»; ausgedehnte Pinus sylvestris-Wälder, Flaumeichenwald mit Buche und Buchsbaum, Tannen- und Buchenwald; Kiefern- und Spirkenwald; Gemse, Pyrenäen-Steinbock.



Abb. 277: Nationalparks und Naturreservate in der Mediterraneis.

Aigües-Tortes y Lago de San Mauricio (9851 ha), bis 2635 m. Wasserreiche Landschaft mit Bergseen; Trocken-Abies alba-Wald, Waldkiefer, Pinus uncinata; Wildschwein, Gemse, weißes Pyrenäen-Feldhuhn.

Las Tablas de Daimiel (1875 ha, Neukastilien); See-Verlandungsgebiet mit Wald- und Sumpfgelände. Tamarix gallica, Cladium mariscus; sehr reiche Vogelwelt, Schlangen- und Zwergadler, Kolbenente.

Donaña (Mündungsgebiet des Guadalquivir 39225 ha), größte Wanderdünen Europas, Dünenwälder mit Pinus pinea, Brackwassergebiete, Halophytenvegetation. Lagunen, Sümpfe. Reiche Vogelfauna. Reiher, Störche, Flamingos, Kaiseradler. Luchs, Rotwild. Ausgeprägtes Tierparadies (135 Vogelarten).

Cazorla (71000 ha), Quellgebiet des Guadalquivir, 700–1350 m; Pinus halepensis – pinaster-Hartlaubwaldregion, Pinus pinaster – Acer granatense-Zone, Pinus nigra – Sorbus aria-Zone, Großes Aufforstungsgebiet, Jagdreservat.

2. Italien (Lovari-Cassola 75)

Circeo-Latium (südlich von Rom, 8500 ha), Sanddünen mit Juniperus phoenicea, eu-mediterrane Macchie, mediterrane Wälder und submediterraner Eichenwald, ferner Fraxinus parvifolia-Auwald. Neandertaler-Fundstätte. Lagunenseen mit vielfältiger Vogelwelt.

Abruzzen (30000 ha), 1000–2247 m. Ausgedehnte montane Buchenwälder, tiefmontane Mischwälder mit Acer opalus, A. pseudoplatanus, Fraxinus ornus, Taxus baccata, ferner Pinus nigra. Fauna: Apenninen-Gemsen, Bär, Wolf, Wildkatze, Fischotter, Ursini-Viper.

Im Planungsstadium befinden sich nicht weniger als 13 neue Nationalparks mit 448000 ha: Po-Delta (20000 ha), Maremma (10000 ha), Monte Pollino/Calabria (35000 ha), Etna (40000 ha), Nebroidi-Madoni (40000 ha), Gennargentu (86000 ha). **Italienische Naturreservate** (38 Reservate); z.B. Campolino/Boscolungo (Abetone) 110 ha; 1460–1808 m, Piceetum subalpinum-Relikt in Buchen-Tannenwald, Sasso Fratino (Emilia-Romagna) 900–1500 m, Dentario heptaphyllae- und Luzulo-Fagetum, Aceri-Fagetum, tiefmontanes Abieti-Fagetum, urwaldähnlicher Bestand, teilweise bis 1662 fm/ha. **Naturparks**, z.B. Adamello, Paneveggio-Pala di San Martino, Fusine, Insel Montecristo, Manfredonia.

3. Frankreich

Camargue. Rhône-Mündung 13117 ha, Dünen, Salzsümpfe, Salinen, typische Halophyten-Vegetation mit Salzfluren. Kleinflächige Waldinseln und Gebüschstreifen; Populus alba, Salix alba, Auwälder, Quercus pubescens; halophiles Juniperus phoenicea-Tamarix gallica-Gesträuch, reiche Vogelwelt, viele Flamingos.

Korsika 3991 ha, bis 1000 m. Bavella-Sambucco conca, Quercus ilex-Wald mit Macchien-Beständen, Pinus pinaster. Waldbrand 1975.

Waldreservate. Pyrenäen: Mont Vallier (Buchen-, Tannen-, Spirkenwald), Le Carlitte (Bergspirkenbestände), Neouvielle (Wald- und Bergkiefer, Tanne, Birke). Le Pic du Midi d'Ossan (Tanne, Buche, Spirke), Borrus (Eiche, Tanne, Spirke), Cauterets (Tanne, Buche). Korsika: Casabianda (Küstenstreifen; Quercus suber), Asco (Pinus pinaster, Pinus nigra, alpine Bergflora). Port Cross (Insel im Mittelmeer) Pinus halepensis.

4. Portugal

Castro Marina. La Chanca-Mündung, südlichstes Delta an der spanischen Grenze. **Arrábida-Setúbal.** 30 km südöstlich von Lissabon, Naturwald von Quercus faginea und Macchie.

Peneda Gerês. Sierra Amarella (1956 m) Eichenmischwälder (Quercus pyrenaica, Qu. suber, Pinus sylvestris; in den Hochlagen Nardus stricta).

5. Israel

Nationalparks dienen in erster Linie der Massenerholung, dem Tourismus und der Landschaftserhaltung, 31 Nationalparks mit 140200 ha; u.a. Berg Karmel, Judäische Berge, antike Stätten von Cäsarea, Ashkelon, nabatinische Städte in der Wüste Negev.

6. Cypern

Wildreservate für Muffelwild im Paphos-Wald mit natürlichen Zedern-Reliktvorkommen; Troodos-Westabfall.

7. Jugoslawien

Paklenica (Velebit) 3616 ha, bis 1503 m, Südabfall des Velebit an der dalmatinischen Adriaküste, Vegetation: Quercus pubescens, Ostrya carpinifolia, Fagus silvatica, Pinus nigra, Karsterscheinungen, Kalkschluchten; Bär, Wildkatze.

Mljet (3100 ha), 0–381 m, Insel mit mediterranem Hartlaubwald, wüchsige Pinus halepensis-Bestände; reiche Brackwasserfauna.

Lovcen (2000 ha, 1200–1749 m), Schwarzkiefer- und Buchenbestände.

8. Albanien

Divjaka (1000 ha, bis 10 m), adriatische Dünen-Standorte, Pinus halepensis, P. pinea.

9. Griechenland

Parnis (3700 ha, 300–500 m); Pentelikon; Quercus cocifera, Pinus halepensis, Abies cephalonica; Rot- und Rehwild.

Samaria-Schlucht – Weiße Berge (2410 m), **West-Kreta** (4850 ha, 800–2200 m), grandiose Schluchtlandschaft mit Quercetum calliprini, Pinetum brutiae, Cupressetum sempervirentis; Aceretum orientalis, Igelpolsterfluren. Kretische Bergziege.

Olympos (3998 ha) Kalkmassiv (2918 m). Immer- und sommergrüne Eichenwälder, Schwarzkiefer- und Panzerkiefernbestände mit hochsteigender Pinus leucodermis-Waldgrenze (2500 m), reliktisch Buche (Tanne).

Ainos (2862 ha) Abies cephalonica. **Vicos-Aoos** (3300 ha) Epiros-Chasmophytes, Schluchtstandorte. **Oeti** (3010 ha) Abies borisii-regis, Schalenwild. **Parnassos** (3513 ha) Abies cephalonica, Felsfluren. **Pindos** (3360 ha) Grevena; Pinus leucodermis, P. nigra, Bären. **Prespa-See** (4650 ha) Wasservögel. **Sounion** (750 ha) Pinus halepensis.

Urwald Zangradenia in den Kentriki-Rhodopen 500 ha, 1400–1800 m, südlichstes mitteleuropäisches Abieti-Fagetum, Buche 31–35 m (7–14 fm), Tanne 40–48 m (8–18 fm), Fichte 44–53 m (9–23 fm), randlich Piceetum subalpinum, reichhaltige Vogelwelt; Auer- und Haselhuhn, Wolf, Bär, Luchs, Hirsch, Reh, Gemse (Bör 80).

10. Türkei

Uludag-Bursa (14875 ha, bis 2543 m), mediterrane Tieflagenwälder, submediterrane Eichen-Edelkastanienstufe, Schwarzkiefer-Fagus orientalis-Abies bormülleriana-Bergwald, Juniperus nana.

Kusadasi-Dilek (10700 ha, bis 1237 m) mediterrane Küstenvegetation.

Karatepe-Asbantaz (7715 ha, 80–630 m); Plateau mit Mischbeständen; Pinus brutia, Quercus div. spec., Olea europaea, hethitische Funde.

Sonstige Schutzgebiete (ISTANBULU 76): z.B. Dilek Yarimadasi (Aydin) 10985 ha, Yedigöller (Bolu) 2019 ha, Camlik (Yozgat) 264 ha, Termessus (Antalya) 6702 ha, Munzur Vadisi (Tunceli) 42800 ha, Olimpos-Baydaglari (Antalya) 69800 ha, Gelibalu Yarimadasi (Canakkale) 33000 ha; Biosphären-Reservat Side (Antalya) 100000 ha, Taurus-Tieflagen, mediterrane Vegetation, einzigartiger Zypressenbestand (Alops), archäologische Sehenswürdigkeiten. Köprülü-Canyon, Cupressus.

11. Tunesien

Boud-Hedma (10300 ha, 90–821 m). Reliktstandort von Acacia tortilis (raddiana, spirocarpa), Steppe und Waldsteppe; Juniperus-Bestockungen; Gazellen.

12. Algerien

Chréa (1351 ha, 1200–1629 m): Cedrus atlantica-Bestände mit Quercus rotundifolia, Taxus, Ilex; Wildschwein, Schakal.

Ouarsenis (1030 ha, 1000–1985 m): Cedrus atlantica, Pinus halepensis, Quercus rotundifolia, Juniperus.

Babor-Berge (Reserve naturelle du Mont Babor). Abies numidica-Reliktbestand, Quercus afares, viele Endemiten.

13. Marokko

Tazzeka (580 ha, 1700–1980 m): Cedrus atlantica-Bestände mit Endemiten, interessante Landschaft.

Waldbaulicher Ausblick

1. Prognose für die Weltforstwirtschaft (Global 2000)

Voraussichtliche Entwicklung der Waldfläche der Erde:

Zeitpunkt	1960	1980	2000	2020
Waldflächenanteil	¼	⅕	⅙	⅐

Von einem noch relativ waldreichen Zeitalter geht die Welt einer waldärmeren Periode entgegen, wobei noch vor 2020 der zugängliche Wald in den unterentwickelten Ländern weitgehend zerstört sein wird. Wenn heute noch etwa 80 fm Vorrat je Kopf der Bevölkerung zur Verfügung stehen und die Waldvernichtung mangels rentabler Exploitationsobjekte stagniert, wird es um 2000 nur noch die Hälfte dieses Holzvorrates geben, bei weiterer Bevölkerungszunahme sogar wesentlich weniger. Weltweit betrachtet wird Holz zu einer ausgeprägten Mangelware, besonders in waldärmeren Gebieten und bei Bevölkerungszentren, vergleichbar dem Öl, nur mit dem Unterschied der Erneuerbarkeit bei nachhaltiger Waldpflege. Die Realpreise für Holzprodukte werden voraussichtlich (stark) steigen in dem Maße, wie das Brutto-Sozialprodukt und damit die Nachfrage zunehmen und das Angebot knapper wird. In den europäischen Industrieländern könnte das einschneidende, aber keine so katastrophalen Folgen haben wie in den unterentwickelten Ländern, wo durch steigende Holzpreise auch das Brennholz für die vielen Minderbemittelten unerschwinglich wird. In den Entwicklungsländern verschwinden Tag für Tag 40000 ha Wald (16 Mio ha/Jahr) durch Beweidung, Brände, Brennholznot und Bodenerosion. Zwangsläufig wird es deshalb ein kommendes Zeitalter des Waldes geben (Coming age of Wood; FAO-Forstchef Glesinger).

2. Zukunftsperspektiven für die europäische Forstwirtschaft
(Steinlin 76, 80; Kroth 79)

a) Europäische Forstinventur (Tab. 6)

Wald ist eine der wenigen natürlichen Ressourcen, die für Europa auch zukünftig annähernd eine Holz-Selbstversorgung erlauben. Europa verfügt über rund 135 Mio. ha geschlossenen Wald mit 15 Mrd. Kubikmetern Holzvorrat. Weitere 9 Mio. Hektar gelten als nicht nutzbar, weil sie eine sehr geringe Produktivität haben, unzugänglich sind oder für nichtwirtschaftliche Zwecke reserviert sind. Anteil Europas an der Holzproduktion der Welt: Produktive Waldfläche 6%, Vorrat 4%, Zuwachs 12%, Einschlag 17%. Hohe Intensität und Produktivität der europäischen Waldwirtschaft gehen daraus hervor.

Tab. 6: Waldinventurdaten europäischer Länder (FAO 1976)

	Geschlossener Wald Mio ha	Sonstiger Wald	Bewaldung %	Fläche (ha) je Einwohner Landesfläche	Waldfläche	Vorrat Mio fm	je ha	Zuwachs Mio fm	fm/ha
Nordeuropa									
Schweden	24,1	2,4	64	5,1	2,99	2288	98	63,3	2,7
Finnland	18,9	3,6	74	6,6	4,10	1445	77	55,8	3,0
Norwegen	8,3	0,6	29	7,9	2,15	513	62	15,6	1,9
Island	–	0,1	1	49,1	0,02	–	–	–	–
Osteuropa									
Rußland (?)									
Polen	8,5	–	28	0,9	0,26	1049	125	34,4	4,1
Mitteleuropa									
Deutschl. (W)	7,2	–	30	0,4	0,11	1022	145	34,0	4,8
Tschechosl.	4,4	0,1	36	0,8	0,30	801	217	15,8	4,3
Deutschl. (O)	2,7	0,2	28	0,6	0,16	350	131	13,2	4,9
Dänemark	0,5	–	12	0,8	0,09	45	115	2,3	5,9
Westeuropa									
Frankreich	13,6	–	25	1,0	0,26	1307	99	41,4	3,1
Großbritannien	1,6	0,3	8	0,4	0,03	121	73	5,7	3,5
Belgien	0,6	–	20	3,0	0,06	71	117	2,6	4,3
Irland	0,3	–	4	2,3	0,09	15	56	1,9	6,9
Niederlande	0,3	0,1	10	0,2	0,02	20	72	1,2	4,3
Luxemburg	0,1	–	32	0,5	0,11	13	160	0,4	4,9
Alpen									
Österreich	3,7	–	45	1,1	0,49	681	239	17,3	6,1
Schweiz	1,0	0,1	27	0,6	0,16	270	278	5,2	5,4
Südosteuropa									
Jugoslawien	7,4	1,3	36	1,1	0,36	913	130	22,4	3,0
Rumänien	6,2	0,4	29	1,1	0,30	1268	216	26,9	4,6
Bulgarien	3,6	0,1	33	1,3	0,42	264	83	6,5	2,0
Ungarn	1,4	0,1	16	0,8	0,13	174	133	6,8	5,2
Südeuropa									
Spanien	9,7	4,4	28	1,4	0,28	436	47	30,0	2,5
Türkei	8,1	12,0	26	2,1	0,23	836	103	21,9	2,7
Italien	6,3	1,7	27	0,5	0,11	286	54	14,0	2,2
Portugal	2,8	0,2	34	1,0	0,33	166	59	8,2	2,9
Griechenland	2,5	3,2	44	1,5	0,28	150	65	4,0	1,6
Cypern	0,2	–	19	1,4	0,27	3	20	0,1	0,3
Europa	144,1	31,0	32	1,1	0,29	14509	105	451,0	3,3

Baumartenverteilung in Europa (in %, FAO 1976)

	Norden	EWG	Mitte	Osten	Süden	Europa
Nadelbäume	84	51	80	59	46	71
Laubbäume	16	49	20	41	54	29

Für alle europäischen Länder gibt es keine detaillierten Inventurdaten über die Anteile der wichtigsten Baumarten. Im Norden und Osten dominieren Nadelbäume, im Westen und Süden Laubbäume.

Baumarten in Mitteleuropa (%)

	Nieder-lande	Öster-reich	Schweiz	Deutschland BRD	Deutschland DDR	ČSSR	Polen
Nadelbäume:	86	85	70	69	79	69	88
Fichte	+	58	40	42	25	49	9
Kiefer, Lärche	60	20	10	27	54	15	76
Tanne	+	7	20	+	+	5	3
Exoten und Sonstige	26	+	+	+	+	+	+
Laubbäume:	14	15	30	31	21	31	12
Buche	2	10	25	23	12	16	3
Eiche	9	2	+	8	5	6	4
Weichholz	3	3	5	+	4	9	5

Das Verhältnis von Nadelbäumen (70–90 %) zu Laubbäumen (15–30%) schwankt nicht stark. Dies spiegelt den jahrhundertelangen anthropogenen Einfluß mit einseitiger Nadelbaumbegünstigung wider. Natürlich dominiert Kiefer in Polen, auch in der DDR, in den Niederlanden ohne natürlichen Kiefernanteil allein durch Aufforstung. Fichte ist in den Alpen und im Mittelgebirge stärker verbreitet. In der Schweiz und in der BRD hat Buche den größten Anteil, die Eichenarten in den Niederlanden. Der natürliche Laubbaumanteil Mitteleuropas dürfte doppelt so groß sein.

Holzmarktkundlich besitzen die technisch vielseitiger verwendbaren Nadelbäume eine ausgeprägte Spitzenstellung. Eine weitere wesentliche Zunahme des Nadelbaumanteils stößt gerade im mittleren und westlichen Europa auf ökologische Barrieren und gefährdet die Produktionsnachhaltigkeit. Die preisliche Höherbewertung der Laubbäume (Produktion von niedrigerer Masse, aber annähernd gleicher Trockensubstanz) mit zunehmender Holzverknappung könnte den weiteren Trend der Vernadelung des europäischen Waldes stoppen.

Bewaldung: Bei 134,7 Mio. ha Waldfläche beträgt das durchschnittliche Bewaldungsprozent 31,5 mit einer Waldfläche von 0,34 ha/Kopf. Die regionalen Unterschiede sind erheblich: Nordeuropa ist ungemein waldreich, die stark bevölkerte Europäische Wirtschaftsgemeinschaft hat die geringste Waldausstattung. In Mitteleuropa sind die Vorräte am höchsten, ebenso die Zuwächse. Im kühlen Norden und im sommerheißen Süden existieren ähnlich geringe Vorräte und analoge niedrige Zuwächse.

Jahreseinschlag 1964–1974: 313 Mio. m^3 ohne Rinde, davon 62% Nadelholz und 38% Laubholz, wobei folgende Sortimente anfielen: 43% Säge- und Furnierholz, 27% Faserholz, 21% Brennholz, 9% sonstiges Industrieholz. Stammholz kommt vor allem aus Nordeuropa und dem EWG-Raum, Faserholz aus Nordeuropa. Am meisten Brennholz wird in Südeuropa produziert. In den letzten 20 Jahren stieg der Anteil des Stammholzes von 33 auf 43%, vom Faserholz von 13 auf 28%, während der Brennholzanteil um die Hälfte (41–20%) zurückging, neuerdings wieder stark steigende Tendenz durch die Ölpreisverteuerung.

b) Verbrauchsprognose 1950–2000 (ECE)

Die von der Europäischen Wirtschaftskommission der UNO (ECE) veröffentlichte **Verbrauchsprognose** für Forstprodukte geht von alternativen Annahmen über hohes bis niedriges Bruttosozialprodukt-(BSP-)Wachstum aus. Der Verbrauch von Brennholz wird weiterhin abnehmen, allerdings langsamer als in der Vergangenheit; durch Ölpreisschock nunmehr gegenteilige Tendenz und damit Verschärfung der Holznot; Konkurrenzierung mit Industrieholz. Bei fallender Zuwachsrate wird der Schnittholzverbrauch zunehmen. Der Verbrauch von Papier und Platten auf Holzbasis wird stark steigen. Bis zum Jahr 2000 werden diese Produkte einen größeren Anteil am Gesamtholzverbrauch einnehmen als Schnittholz. Das Holzangebot, einschließlich Importe, wird im Jahre 2000 niedriger als die Nachfrage sein und damit die Hauptschranke des Verbrauches bilden. Bei Berücksichtigung der Angebotsschranke und unter der Annahme einer BSP-Zuwachsrate von 3,1 bis 4,1% ist für 1975 bis 2000 mit einem jährlichen Anstieg von 1,3–2,0% des Gesamtholzverbrauches zu rechnen. Wenn alle Länder in Zukunft eine intensive Waldbewirtschaf-

tung durchführen und die vorhandenen Reserven nachhaltig mobilisieren, kann nach der Studie der prognostizierte Verbrauchszuwachs befriedigt werden, ohne die nachhaltige Nutzung des Waldes über das Jahr 2000 hinaus zu beeinträchtigen. Die früheren Holzprognosen (1953, 1964) trafen in erstaunlich hohem Maße zu.

c) Europas Holzbilanz (KROTH 1979; in Mio m^3)

	Einschlag	Nettoeinfuhr	Restholz-Altpapier	Verbrauch
1950	294	6	5	305
1960	306	16	26	348
1970	337	45	53	435
2000	455	115	195	780

Für das Jahr 2000 errechnet sich erstmals ein Defizit von 15 Mio m^3. Der steigende Einschlag um 14% könnte die Verbrauchserhöhung um 43% nur zum geringen Teil wettmachen, so daß die Einfuhr gesteigert werden muß. Die eigene Holzproduktion reicht auch dann nicht aus, wenn durch intensivere Nutzung des Restholzes und durch Aussortierung des besseren Brennholzes zum Nutzholz die Situation gemildert wird. Eine andere Prognose (GLÜCK 81) schätzt für 2000: Verbrauch 780 Mio m^3 Holz, Holzaufkommen 650 Mio m^3, Defizit 130 Mio m^3, wobei 115 Mio m^3 als Nettoeinfuhr notwendig werden. Damit sinkt der Selbstversorgungsgrad von 90% im Jahre 1970 auf 84% im Jahre 2000. Dabei ist zu berücksichtigen, daß die europäische Bevölkerung (1970: 500 Mio) bis zum Jahre 2000 auf 600 Mio zunehmen dürfte.

d) Waldwirtschaftliche Konsequenzen

Die Europäische Wirtschaftsgemeinschaft führt für 20 Mrd. DM Holz und Holzerzeugnisse ein. Dieses Defizit wird nur von der Öleinfuhr übertroffen. Wenn man das rückläufige weltweite Holzmarkt-Angebot ab etwa 2000 berücksichtigt, dann wird selbst die mögliche Produktionssteigerung das Holzmarkt-Defizit nicht abdecken können (HUMMEL 78). Da nur eine Einschlagserhöhung von 22% möglich ist, müßten bei einer Vorrats- und Zuwachserhöhung von 16–17% die gegenwärtigen Einfuhren mehr als verdoppelt werden. Dies stößt an eine absolute Grenze, so daß durch dieses künftige Defizit der Steigerung der europäischen Holzproduktion ein besonderes Gewicht zukommt. Wenn auch die europäischen Wälder gegenwärtig die produktivsten der Erde sind, wird trotzdem das Produktionspotential bei weitem nicht voll ausgenützt. Langfristig bestehen beträchtliche Möglichkeiten, den Zuwachs und die Nutzung nach Volumen und Wert zu steigern. Dies ist im Zeitalter der Rohstoff- und Energiekrise von besonderer Bedeutung. Die Aufgaben für die Zukunft sind damit vorgegeben.

e) Strukturwandel des europäischen Waldes bis 2000 (GLOBAL)

Schon jetzt gibt es nur noch sporadisch Naturwälder. Die heutige Struktur und Zusammensetzung des Waldes ist die Folge jahrhundertelanger Nutzung. Mit der Intensivierung der Bewirtschaftung werden die Wälder jünger und artenärmer. Ökologische Nischen werden verschwinden, einige Tier- und Pflanzenarten aussterben, bei anderen wird sich die Populationsdynamik verändern. Die ökologische und bestandesstrukturelle Labilität der Wälder wird damit zwangsläufig zunehmen. Dabei muß die Forstwirtschaft überwirtschaftliche Funktionen verstärkt berücksichtigen: Stabilität der Ökosysteme, Schutz der Wasserqualität, Reinhaltung der Luft, Erholung, Schutzwald, Forstästhetik. Keine Waldstatistik weist Sonderbetriebsformen auf: Park, Naturschutzgebiet, Schutzwald, Erholungswald. Meist sind diese Gebiete unter nichtproduktive und unzugängliche Wälder eingereiht; etwa 6% des europäischen Waldes. Durch Wiederaufforstungen wird die Waldfläche in allen europäischen Regionen zunehmen. Buschland und offene Wälder im

südlichen Europa (z.B. Spanien) dürften mit der Umwandlung großer Flächen in produktiven geschlossenen Wald abnehmen. In den nordischen Ländern spielte die natürliche Verjüngung in der Vergangenheit eine größere Rolle als Pflanzungen. Forstkulturen müssen jedoch während des nächsten Vierteljahrhunderts zunehmen, wenn die Erträge trotz zeitweiser Übernutzung gleichbleiben sollen. In Europa müssen Aufforstung und Wiederaufforstung wie in den letzten 20 Jahren (150000 ha/Jahr) fortgesetzt werden. Eine Vergrößerung des bewaldeten Gebietes um 5% wird erwartet. Die produktionstechnisch nicht durchwegs günstige Entwicklung ist waldbaulich nachhaltig zu steuern.

3. Überwirtschaftliche Funktionen des europäischen Waldes

a) Kulturelle Bedeutung des Waldes (Hauser 78)

War bis zum Mittelalter der Wald ein unwirtlicher Ort, wo die menschliche Gesittung noch keine Stätte gefunden hatte, so erfaßte man schon im 18. Jhdt. die engen Zusammenhänge zwischen Wald und Kultur (sylvicultura). Der Wald ist die eigentliche Voraussetzung jeglicher kultureller Entwicklung und Entfaltung. Wald und Holz lassen sich aus der abendländischen Gesellschaft nicht wegdenken. Vielfältige Ausstrahlungen des Waldes und Waldlebens in Dichtung (Josef von Eichendorff, Gottfried Keller), Malerei (Albrecht Dürer, Gustave Courbet) und Musik (Anton Bruckner, Jan Sibelius) dokumentieren das romantische Zeitgefühl. Wald und Waldkultur sind zum Symbol für die Zivilisation geworden. Eine oft kämpferische Waldgesinnung ist notwendig, damit nicht nur die Waldkultur, sondern unsere gesamte Kultur nachhaltigen Prinzipien folgt. Kultur heißt nicht Ausbeutung, ja nicht einmal Beherrschung der Natur, sondern Einordnung der Zusammenhänge und Pflege.

b) Wald als Naturschutzfaktor (Richard 78, Eiberle 78)

Die meisten Wälder haben durch Nadelreinanbau, intensiven Waldbau oder Entwässerung die für den Naturwald bezeichnende Mannigfaltigkeit verloren. Deshalb müssen bedrohte Waldlebensgemeinschaften und Arten erhalten werden. Da der naturnahe Wald ein unersetzbares genetisches Potential darstellt, bedarf das Netz biogenetischer Waldreservate der Erweiterung. Der Wald beherbergt weiter verbreitete Arten, aber auch spärlich bis sporadisch auftretende Tierformen. Der Erhaltung standortsgemäßer Tiergemeinschaften dient ein naturnaher Waldbau, der einer großflächigen, gleichförmigen Umstrukturierung des Waldes vorbeugt.

c) Wald als Erholungsraum (Roisin 78)

Als Erholungsraum muß der Wald möglichst vielseitig bleiben und darf nicht sich selbst überlassen werden. Traditionelle ökologisch ausgerichtete Waldpflege mit steter Auslese schafft gleichzeitig einen attraktiven Erholungswald sowie einen wertleistungsfähigen Wirtschaftswald. In waldarmen Gegenden müssen Erholungswälder neu angelegt werden (Van der Poel 78).

d) Wald als Immissionsfilter (Keller-Flühler 78)

Die reine Waldluft mit den geringsten, anthropogen bedingten Luftverunreinigungen enthält auch Spuren aromatischer Naturstoffe. Der Wald besitzt eine außerordentliche Filterkapazität für Staub und filtert auch radioaktive Substanzen aus der Atmosphäre aus. Saure Niederschläge erhöhen die Löslichkeit (Giftigkeit) von Staub an der Blattoberfläche. Für gasförmige Luftverunreinigungen ist die Filterwirkung bescheidener, die Immissionsanfälligkeit des Waldes selbst sehr hoch.

e) Schutzwald zur Abwehr von Gefährdungen (MAYER 76)

Vielfältig sind die Funktionen, besonders im Gebirge und bei extremen Standortsverhältnissen.

- **Bodenschutz** (Erosion, Uferschutz, Steinschlag, Bodenverwehung, Geschiebeführung).
- **Wasserhaushalt** (Hochwasservorbeugung, gleichmäßige Lieferung von Wasser notwendiger Qualität und ausreichender Quantität).
- **Schnee** (Lawinenvorbeugung, Schneespeicherung).
- **Klimaschutz** (Dämpfung von Klimaextremen, Windbremsung, Immissionen, Volksgesundheit).
- **Ökologisch-biologische Landschaftsstabilisierung.**
- **Schutz von Bevölkerung, Siedlungsraum, Verkehrsanlagen.**

Zunehmender Bevölkerungsdruck, Verstädterung, Industrialisierung, soziale Strukturänderungen und Zuflucht zum Wald als immer wichtiger werdender Lebensausgleich steigern die Bedeutung der Wohlfahrtswirkungen des Waldes so, daß ihnen eine immer wichtigere Werterzeugung zukommt (MIEGROET-SCHUYTER 70).

4. Forstwirtschaftliche Zielsetzung für das 21. Jahrhundert (MAYER 82)

- Zunahme der Mehrzweckwälder mit wechselndem Schwerpunkt der wirtschaftlichen und überwirtschaftlichen Funktionen.
- Ganz erhebliche Zunahme der Rohstoff-Funktion durch Erschöpfung der Naturwaldreserven, Rückgang der Holzimportmöglichkeiten, steigender Holzverbrauch (zunehmende Bevölkerung), wobei mit Schwerpunkt stärkeres und wertvolleres Holz produziert werden soll.
- Bedeutendes Ansteigen der Schutzfunktionen im Gebirge durch Ausweitung des alpinen Siedlungsraumes und Zunahme des Sommer- und Wintertourismus.
- Ausweitung der Sozialfunktion des Waldes: Erholungsraum, Naturschutzfunktion, Klimaregulator, Landschaftsstabilisator, Filterwirkung.

An die wirtschaftliche und überwirtschaftliche Leistungsfähigkeit des Waldes werden in Zukunft erhöhte Anforderungen gestellt. Das Hauptproblem besteht darin, die Waldwirtschaft durch Intensivierung auf eine höhere Leistungsstufe, und zwar nachhaltig zu bringen, sowie die Produktionsreserven zu mobilisieren. Durch zunehmenden weltweiten Holzmangel müssen die Schutz- und Sozialfunktionen bei gleichzeitig optimaler Flächenproduktivität zur Holzversorgung gewahrt werden. Dabei ist oberstes Gebot Produktionsnachhaltigkeit und Erhaltung bzw. Wiederherstellung gesunder, stabiler Waldökosysteme für kommende Generationen.

5. Zukünftige waldbauliche Maßnahmen

a) Grundlagenerhebung für den europäischen Waldbau

Eine Inventur natürlicher Wälder in Europa ist gleichzeitig eine waldkundliche Grundlagenerhebung und damit eine großräumige Standortserkundung. Die Wälder Europas sind standörtlich und vegetationskundlich so stark differenziert, daß nur eine standorts- und bestandesindividuelle waldbauliche Behandlung nachhaltig Erfolge zeitigt. Lokale natürliche Baumartenkombination, ökologische Belastbarkeit von Standort und Waldgesellschaft, bestandesstrukturelle Stabilität sowie Leistungsfähigkeit nach Masse und Wert sind Grundlagen für die Ableitung von Bestokkungs- und Betriebszielen (Massenware, Wertholz) unter Optimierung von biologisch erforderlichen (soviel wie notwendig) und wirtschaftlich erwünschten (soviel wie möglich) Baumarten. Daraus lassen sich waldpflegliche, ökosystemkonforme Maßnahmen für Bestandespflege und Verjüngung entwickeln. Einen uniformen europäischen Waldbau kann es wegen der standörtlichen Variabilität und der Gesellschaftsvielfalt nicht geben, die einen sehr stark differenzierenden Waldbau erfordern. Wegleitend sind die europäischen Prinzipien des Waldbaues, die grundsätzliche, waldbauliche Einstellung in einem Altsiedlungsgebiet mit hoher Bevölkerungsdichte, mehr-

hundertjähriger waldbaulicher und forstwirtschaftlicher Tradition und kombinierten wirtschaftlichen und überwirtschaftlichen Produktionsaufgaben. Produktionsnachhaltigkeit, kleinflächigere und naturnähere Waldbehandlung sowie Erhaltung und Wiederherstellung stabiler Waldökosysteme sind wesentliche Leitlinien.

b) Ausscheidung weiterer Waldreservate (MLINŠEK 76, HILLGARTER 76, MAYER 76, Abb. 278)

MLINŠEK gibt einen sehr ausführlichen Katalog der notwendigen Inventurarbeiten bei den waldbaulichen Naturlaboratorien, die später ein breitgestreutes Forschungsspektrum ermöglichen sollen. Hauptforschungsgebiet ist das Studium von Struktur und Entwicklungsdynamik (Produktionsprinzipien), speziell die natürliche Regeneration. Immer wichtiger wird die Analyse des anthropogenen Einflusses (z. B. Immissionen) auf die Waldökosysteme durch Vergleichsstudien in ökologischen Nullflächen und analogen Wirtschaftswäldern. In allen Waldgebieten eines Landes sollte für die wirtschaftlich und überwirtschaftlich wichtigen Waldgesellschaften ein systematisches biogenetisches Netz von Reservaten geschaffen werden, z. B. Slowenien mit 241 Reservaten

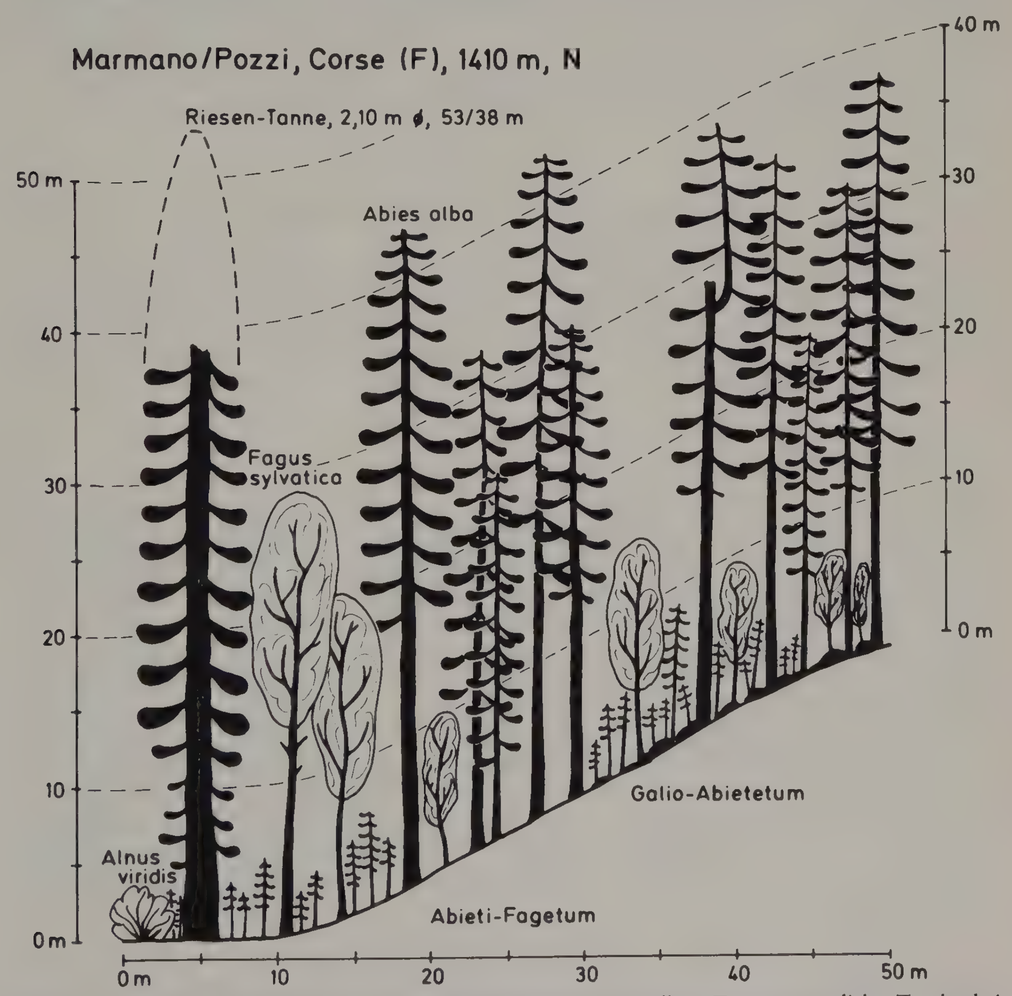


Abb. 278: Abies alba-Reliktbestand in niederschlagsbegünstigter Nordlage. Trotz sommerlicher Trockenheit erreicht Tanne Spitzenleistungen (40–50/53 m Höhe, 20–30/50 fm/Stamm). Wertvoller Saatgutreservebestand des Trocken-Tannen-Typs für Mitteleuropa; Reservierung wäre erwünscht.

auf 4600 ha. Wie der Katalog europäischer Nationalparke und Naturwaldreservate belegt, ist im stärker bewaldeten Norden, Osten und Südosten das Netz der Waldreservate bereits erfreulich hoch. Dabei ist bei geringerer Bewaldungsdichte und stärkerem anthropogenen Einfluß wie im Westen und Süden die Dringlichkeit der Reservierung von ökologischen Nullflächen ungleich größer. Vielleicht kann zu einem späteren Zeitpunkt über charakteristische Waldreservate eingehender berichtet werden (vgl. LEIBUNDGUT 82).

c) Entwicklung einer quantitativ-qualitativen Waldinventur

Für die kurz- bis mittelfristige waldbauliche Planung ist die gegenwärtige globale Waldinventur (ECE, UNO, FAO), ausgerichtet nach quantitativen Merkmalen (verschiedene Typen der Waldfläche, Baumarten, Vorrat, Zuwachs, Einschlag) unzureichend. Ein qualitativer Ausbau ist erforderlich: Standortspotential, Biomasseproduktion, Altersklassenaufbau, Produktionsschwankungen, Funktionstypen, Ertrags-, Schutz- und Sozialwald usw., um das tatsächliche Produktionspotential in der Zukunft abschätzen zu können. Im 21. Jahrhundert wird schon eine geringe Mehrproduktion volkswirtschaftlich entscheidend. Deshalb sind qualitative Faktoren zu erfassen für eine größere Entscheidungssicherheit: Ökologisch und bestandesstrukturell stabile leistungsfähige Bestände, labile vorzeitig zu nutzende, ökoferne Reinbestände. Die Erfassung der bestandesstrukturellen und ökologisch stabilen Bestände ist besonders wichtig, um die Nachhaltigkeit der Produktion besser beurteilen zu können. Eine qualitative Inventur setzt eine ökologische Erfassung und Kartierung voraus.

d) Erstellung von Wirtschaftsplänen für sämtliche Waldflächen

Vorhandene Wirtschaftspläne: Nordeuropa 61%, EWG-Raum 41%, Mitteleuropa 45%, Osteuropa 97%; Südeuropa unbekannter, sehr geringer Anteil. In Europa sind nicht einmal für die Hälfte der Wirtschaftswaldfläche Wirtschaftspläne vorhanden. Durch Intensivierung der Privatwaldbetreuung und Erstellung von Wirtschaftsplänen für alle Waldflächen könnte das Produktionsniveau auf einer wesentlichen Fläche entscheidend gesteigert werden.

e) Maßnahmenkatalog (MAYER 80, 82)

Nachhaltige Nutzung in der Forstwirtschaft, um kommenden Generationen Nutzungen in gleicher Höhe zu ermöglichen – Nachhaltige Holzerträge auf relativ kleiner Fläche – Kombinierte Produktion wirtschaftlicher und überwirtschaftlicher Leistungen – Streben nach naturnah aufgebauten, nachhaltig leistungsfähigen Mischwäldern; ökologisch-ökonomische Optimierung der Baumartenwahl – Optimierung von mittel- und langfristigen Faktoren; Mischbestände statt Reinbestände, geringe Bringungsschäden durch generelle Wegerschließung; Lösung der Wald-Wild-Frage – Umbau von standortswidrigen Reinbeständen in naturnahe, leistungsfähige Mischbestände; waldbauliche Stabilisierung immissionsgeschädigter Bestände (Immissionsgrenzen für die Industrie) – Vollständige Ausnützung der Produktionsmöglichkeiten und Schaffung von Holzvorratsreserven – Übergang zu kleinflächigerer, standortsgemäßer Waldbehandlung, damit die landeskulturellen Funktionen besser gewahrt werden – Intensivierung der Bestandespflege in den Jungbeständen (Pflegerückstände) – Aufforstung landwirtschaftlicher Grenzertragsböden und von Ödland – Trennung von Wald und Weide – Kurzfristige Ertragssteigerungsmöglichkeit: Düngung, Anbau raschwüchsiger Rassen – Einschränkung der Holzernteverluste – Intensivierung der Privatwaldbetreuung.

f) Ausblick

Niemals wird nach menschlichem Ermessen ein Wald mit gut gepflegtem Holzvorrat, größtmöglichem Zuwachsvermögen und pfleglicher Bodenbehandlung von unseren Nachkommen als

wirtschaftlicher Fehler bezeichnet werden (Rubner-Rubner-Rittershofer 68). Voraussetzung dazu ist ein naturnaher, soziologisch-ökologisch orientierter, nachhaltiger Waldbau, zu dem die europäische Waldinventur eine Grundlage liefert.

Die europäische Waldwirtschaft hat Zukunft. Durch den Zwang zur Produktionssteigerung von Holz und überwirtschaftlichen Werten wird der Wald als die umweltfreundlichste Produktionsstätte zu einem direkt und indirekt stabilisierenden Faktor für die Zukunft. Durch den langen Produktionszeitraum und die langen Anlauffristen für Produktionssteigerungs- und -sicherungsmaßnahmen sollten schon heute die notwendigen Investitionen getätigt werden, insbesondere durch Einsatz ausreichender und gut ausgebildeter Forstleute, da die entscheidende Ertragssteigerung eine langfristige waldbauliche Pflege in den jüngeren Beständen erfordert.

Europa ist ein faszinierendes Waldland, von einer so beeindruckenden Schönheit und von so unschätzbarem Wert, daß hoher Einsatz für eine Analyse dieser Naturschätze und ihre Erhaltung gerechtfertigt ist. Diese Inventur der noch vorhandenen Naturwälder sollte gleichzeitig alle bewahrenden Kräfte mobilisieren, um diese einmalige Waldlandschaft auch für kommende Generationen zu erhalten. Mit der Reservierung von Naturwaldreservaten allein oder naturnaher Waldbehandlung ist es nicht getan. Der schleichende ökologische Substanzverlust (z.B. Immissionsschäden, überhöhte Wilddichten) erfordert aktives Handeln zur Abwehr dieser durch den Menschen verursachten Dauerschäden.

Waldschutz = Naturschutz = Umweltschutz = Schutz des Menschen

Literaturverzeichnis

Waldvegetationskundliche Grundlagen

Baumgartener, A. u. E. Reichel 1974: Die Wasserbilanz von Europa im Rahmen der Weltwasserbilanz. Deutsche Gewässerkundl. Mitt. 18/2.

Blüthgen, J. u. W. Weischet 1980: Allgemeine Klimageographie. 3. Auflage. Berlin – New York.

Brünig, E. u. H. Mayer 1980: Waldbauliche Terminologie. Wien.

Dudal, R., R. Tavernier u. D. Osmond 1966: Soil map of Europe (1:2500000). Explantory Text. Rome.

Ehrendorfer, F. 1973:Liste der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. 2. Auflage. Wien

Faegri, K. u. J. Iversen 1950: Text-Book of modern Pollen Analysis. Copenhagen.

Fao, 1965: Soil map of Europe (1:2500000). Rome.

Firbas, F. 1949/52: Waldgeschichte Mitteleuropas 1, 2. Jena.

Freitag, H. 1962: Einführung in die Biogeographie von Mitteleuropa unter besonderer Berücksichtigung von Deutschland. Stuttgart.

Frenzel, B. 1959: Die Vegetations- und Landschaftszonen Nord-Eurasiens während der letzten Eiszeit und während der postglazialen Wärmezeit. Akd. Wiss. u. Lit. math.-nat Kl. 13.

Hornstein, F. v. 1951: Wald und Mensch. Ravensburg.

Horvat, I., V. Glavač u. H. Ellenberg 1974: Vegetation Südosteuropas. Stuttgart.

Hunziker, Th. 1978: Der Wald in der europäischen Landschaft. 5. Europäischer Kurs über angewandte Ökologie. Wald und Naturschutz, 3.–7. 10. 1977. Mitt. Eidg. Anst. Forstl. Versuchswesen 54, 4.

Jäger, E. 1968: Die pflanzengeographische Ozeanitätsgliederung der Holarktis und die Ozeanitätsbindung der Pflanzenareale. Feddes Rep. 79.

Ihne, E. 1905: Phänologische Karte des Frühlingseinzuges in Mitteleuropa. Petermanns Mitt.

Kubiena, W. 1953: Bestimmungsbuch und Systematik der Böden Europas. Stuttgart.

Lehmann, J. 1973: Europa. Harms Erdkunde. München.

Leibundgut, H. 1982: Europäische Urwälder der Bergstufe. Bern – Stuttgart.

Marcuzzi, G. 1979: European Ecosystems. Biogeographia, 15. The Hague – Boston – London.

Mayer, H. 1977: Wälder der Erde und Wälder Europas. Skizze. Wien. 2. Auflage 1980.

Meusel, H., E. Jäger u. E. Weinert 1965: Vergleichende Chorologie der zentraleuropäischen Flora. Jena.

Rubner, K. u. F. Reinhold 1953: Das natürliche Waldbild Europas als Grundlage für einen europäischen Waldbau. Hamburg – Berlin.

Rubner, K. 1960: Die pflanzengeographischen Grundlagen des Waldbaues. 5. Auflage, Radebeul – Berlin.

Schmidt, G. 1969: Vegetationsgeographie auf ökologisch-soziologischer Grundlage. Leipzig.

Schmithüsen, J. 1968: Allgemeine Vegetationsgeographie. Berlin.

Schmithüsen, J. 1976: Atlas zur Biogeographie. Mannheim – Wien – Zürich.

Troll, C. 1925: Die Landbauzonen Europas in ihrer Beziehung zur natürlichen Vegetation. Geogr. Zeitschr. 31.

Troll, C. u. K. H. Pfaffen 1966: Karte der Jahreszeiten-Klimate der Erde. Erdkunde, 18.

Tutin, T. G. et al 1964: Flora Europaea. Cambridge.

Tüxen, R. 1956: Die heutige potentielle Vegetation als Gegenstand der Vegetationskartierung. Angewandte Pflanzensoz. 13. Stolzenau.

Walter, H. 1968: Die Vegetation der Erde. Bd. II: Die gemäßigten und arktischen Zonen. Stuttgart.

Walter, H. u. H. Straka 1970: Arealkunde. Floristisch-historische Geobotanik. Stuttgart.

Walter, H. 1973: Vegetationszonen und Klima. 2. Aufl. UTB 14. Stuttgart.

Walter, H., E. Harnickel u. D. Müller-Dombois 1975: Klimadiagramm-Karten der einzelnen Kontinente. Vegetationsmonographien der einzelnen Großräume, 10. Stuttgart.

Nordeuropäische Nadelwaldregion

AALTONEN, V.T. 1949: Boden und Wald. Hamburg und Berlin.

AAS, B. 1964: Waldgrenzenisohypsen in Westskandinavien. In: Faegri 1972.

ABRAHAMSEN, J. et al. 1977: Naturgeografisk regionindelning av Norda. Stockholm.

AHTI, T., L. HÄMET-AHTI u. J. JALAS 1968: Vegetation zones and their sections in northwestern Europe. Ann. bot. fenn. 5.

AMINOFF, F. 1950: Urwälder in Schweden. Forstw. Cbl. 69.

ANDERSSON, F. 1972: Ecology of the Swedish coniferous Forest Landscape – a research programme. Ecological Bulletins/NFR, 15. Stockholm.

ARNBORG, T. 1943: Granberget, eine pflanzensoziologische Untersuchung eines südlappländischen Fichtenwaldgebietes unter Berücksichtigung von Waldtypen und Verjüngung. Norrlänsk. Hanbibliotek 14.

ARNBORG, T 1949: Det nordsvenska skogstypsschemat. Sv. Skogvårdsföreningens Förlag.

AUER, V. 1927: Untersuchungen über die Waldgrenzen und Torfböden in Lappland. Comm. Inst. Quest. Forest. Finnlandiae 12.

AUNE, E. I. 1973: Forest vegetation in Hemme, Sør-Trøndelag, Western Norway. K. norske Vidensk. Selsk. Mus. Miscell. 12.

BAUGER. EI. 1980: Some results of a trial with a few tree species and provenances on a wind swept site in Westnorway. Silviculture under extreme ecological and economical conditions. Thessaloniki.

BERGLUND, B. 1963: Vegetationen på ön Senoren. II. Landvegetationen Bot. not. 116.

BLÜTHGEN, J. 1938: Beiträge zur Pflanzengeographie Lapplands. Ges. Erdkde. Berlin.

BØRSET, J. 1967: Aktuelle waldbauliche Fragen in Norwegen. Zeitschr. Techn. Univ. Dresden. 16/2.

BØRSET, O. 1976: Introduction of exotic trees and use of monocultures in boreal areas. In: TAMM, C. O. Man and the Boreal Forest. Ecol. Bull. 21.

BØRSET, O. 1976: Probleme der Naturverjüngung in den nordischen Wäldern. Schweiz. Zeitschr. Forstw. 127.

BØRSET, O. 1980: Waldbauliche Erfahrungen in Fennoskandien in den letzten 30 Jahren. Waldbau unter ökologisch und wirtschaftlich extremen Bedingungen. IUFRO-Abtlg. 1. Thessaloniki – Athen.

BRÅKENHELM-INGELÖG, T. 1972: Vegetationen i Kungshamn-Morga Naturreservat med förslag till skötselplan. Svenska Växtgeografiska Sällskapet 1.

CAJANDER, A.K. 1909: Über Waldtypen. Acta Forestalia Fennica 1.

CAJANDER, A.K. 1926: The theory of forest types. Acta Forestalia Fennica 29.

CAJANDER, A.K. 1943: Wesen und Bedeutung der Waldtypen. Intersylva, 3, Berlin.

CEDERCREUTZ, C. 1927: Studien über die Laubwiesen in den Kirchspielen Kyrksblätt und Eslo in Südfinnland. Acta Bot. Fenn. 3.

DAHL, E. 1975: Flora and plant sociology in Fennoscandian tundra areas. In: WIELGOLASKI, F. E. Fennoscandian tundra ecosystems I, Berlin – Heidelberg – New York.

DAHL, E. 1975: Stability of Tundra Ecosystems in Fennoscandia. In: WIELGOLASKI: Fennoscandian Tundra Ecosystems. Ecological Studies 17.

DU RIETZ, G. E. 1924: Studien über die Vegetation der Alpen mit derjenigen Skandinaviens verglichen. In: Veröff. Geobot. Inst. Rübel, Zürich. 1.

ELLENBERG, H. et al. 1971: Zur Kartenübersicht der Kahlschäden an den Kulturwiesen Islands im Jahre 1969: Ber. Forschungsstelle Neri Ås, Hveragerdi (Island), 7.

ENQUIST, F. 1933: Baumgrenzuntersuchungen. Svenska Skogsvardsfor. Tidskrift 2.

ERKKAMO, V. 1956: Untersuchungen über die pflanzenbiologischen und einige andere Folgeerscheinungen der neuzeitlichen Klimaschwankung in Finnland. Ann. Bot. Soc. Vanamo 28, 3.

FAEGRI, K. 1972: Geo-ökologische Probleme der Gebirge Skandinaviens. In: TROLL, C: Landschaftsökologie der Hochgebirge Eurasiens. Erdwiss. Forschung IV/Wiesbaden.

FRIES, M. 1948: Limes norrlandicus – Studier. Svensk Botanisk Tidskrift 42.

GAARE, E. u. T. SKOGLAND 1975: Wild Reindeer Food-Habits and Range use at Hardangervidda. In: WIELGOLASKI: Fennoscandian Tundra Ecosystems II. Berlin – Heidelberg – New York.

GAVRILOV, K. u. V. KARPOW 1962: Wald - und Bodentypen im nördlichen Wologda-Gebiet. Arb. Wald- u. Holzinstitut Akad. Wiss. 52, Moskau – Leningrad.

HÄMET-AHTI, L. 1963: Zonation of the mountain birch forests in northernmost Fennoscandia. Ann. Bot. Soc. Vanamo. 34.

HEIKURAINEN, L. 1975: The differences between the climatic conditions for forest growth in Finnland. Economic Review 4, Helsinki.

HEIKURAINEN, L. 1976: Comparison between runoff conditions on a virgin peatland and a forest drainage area. Proc. 5th Int. Peat Congr. Helsinki.

HEIKURAINEN, L. 1979: Peatland classification in Finland and its utilization. Proc. Int. Symposium on Classification of Peat and Peatland, Hyytiälä.

HEINO, R. 1978: Climatic changes in Finland during the last hundred years. Fennia 150.
HERMANN, F. 1956: Flora von Nord- und Mitteleuropa. Stuttgart.
HESJEDAL, O. 1975: Large-scale vegetation mapping in Norway. Phytocoenologia 2; Norsk geogr. Tidsskr. 31, 1973.
HESMER, H. 1961: Waldvernichtung und Waldschaffung auf Island. Forstarchiv, 32/6.
HESSELMANN, H. 1904: Zur Kenntnis des Pflanzenlebens schwedischer Laubwiesen. Eine physiologisch-biologische und pflanzengeogegraphische Studie. Beih. Bot. Cbl.
HOLTMEIER, F. K. 1974: Geoökologische Beobachtungen und Studien an der subarktischen und alpinen Waldgrenze in vergleichender Sicht. (Nördl. Fennoskandien/Zentralalpen). In: C. TROLL, Erdwiss. Forschg. 8.
HULTÉN, E. 1950: Atlas of the distribution of vascular plants in Northwestern Europe. Stockholm.
HUSE, S. 1963: Die letzten Urwaldvorkommen Norwegens. Schweiz. Zeitschr. Forstw. 114.
HUSE, S. 1965: Strukturformen von Urwaldbeständen in Øvre Pasvik. Meldinger fra Norges Landbrukshøgskole. 44/31, Gjøvik.
HUSTICH, I. 1947: On variations in Climate, in Crop of Cereals and in Growth of Pine in Northern Finland 1890, 1939. Fennia 70.
HUSTICH, I. 1948: The scotch pine in Northernmost Finland and its dependance on the climate in the last decades. Acta Bot. Fennica 42.
HUSTICH, I. 1958: On the recent Expansion of the Scotch Pine in Northern Europe. Fenniae 82.
HUSTICH, I. ET AL. 1961: Symposium on man's influence on nature in Finland. Fenniae 85.
HUSTICH, I. 1966: On the forest tundra and the northern treelines. Rep. Kevo Subartic Res. Stat. 3.
HUSTICH, 1974: Die pflanzengeographischen Regionen. In: SÖMME, A. Die nordischen Länder, Braunschweig.
JAHN, G. 1977: Die Fichtenwaldgesellschaften in Europa. In: SCHMIDT-VOGT, H.: Die Fichte. Hamburg – Berlin.
JALAS, J. 1957: Die geobotanische Nordostgrenze der sogenannten Eichenzone Südwestfinnlands. Ann. Bot. Soc. Vanamo 29.
ILVESSALO, Y. 1923: Der Lärchenwald bei Raivola. Comm. Inst. Quaest. Forest. Finlandiae 5.
IUFRO-MEETING 1969: Thinning and Mechanization. Royal College of Forestry. Stockholm.
KALELA, A. 1943: Die Ostgrenze Fennoskandiens in pflanzengeographischer Beziehung. Veröff.. geobot. Inst. Rübel in Zürich. 20.
KALELA, E. K. 1961: Metsät ja Mesien hoito. Porvoo-Helsinki.
KALLIO, P. u. LETHONEN, J. 1975: On the Ecocatastrophe of Birch Forests caused by Oporina autumnata (BKR) and the problem of reforestation. In: WIELGOLASKI, F.: Fennoscandian Tundra Ecosystems. Ecological Studies 17.
KALLIOLA, R. 1942: Über die Vegetation und Flora des Nationalparks Pyhätunturi. Forstw. Ges. Helsinki.
KALLIOLA, R. 1961: Man's influence of nature in Finland. Fennia. 85.
KIELLAND-LUND, J. 1962: Skogplantesamfunn i Skrukkelia. Wiss. Abh. Vǫllebekk, Himeogr.
KIELLAND-LUND, J. 1966: Skogtypene og klimaet. Norst. Skogbruk, 5.
KIELLAND-LUND, J. 1967: Zur Systematik der Kiefernwälder Fennoskandiens. Mitt. flor. soz. Arbeitsgem. N.F. 11/12.
KIELLAND-LUND, J. 1971: A classification of scandinavian forest vegetation for mapping purposes. Inst. of Silviculture, NLH, Vollebekk; 1973, IBP i. Norden 7, 11.
KIELLAND-LUND, J. 1981: Die Waldgesellschaften SO-Norwegens. Phytocoenologia 9, 1–2.
KIELLANDER, C. L. 1960: Schwedische Fichte und Kontinentfichte. Svenska Skogsvardsföreningengs tidskrift 3.
KLÖTZLI, F. 1975: Edellaubwälder im Bereich der südlichen Nadelwälder Schwedens. Ber. Geobot. Inst. ETH Stiftung Rübel, Zürich 43.
KLÖTZLI, F. 1975: Zum Standort von Edellaubwäldern im Bereich des südlichen borealen Nadelwaldes. Mitt. Eidgen. Anst. Forstl. Versuchsw. 51.
KORSMO, H. 1975: Hordaland, Sogn og Fjordane og Møre og Romsdal. Naturvernrådets landsplan for edellauvskogreservater i Norge, 4.
KUJALA, V. 1926: Untersuchungen über den Einfluß von Waldbränden auf die Waldvegetation in Nordfinnland. Comm. inst. quaest. forest. Finlandiae, 10, Helsinki.
KUJALA, V. 1929: Untersuchungen über die Waldtypen in Petsamo und den angrenzenden Teilen von Inari-Lappland. Comm. Inst. Quest. Forest. Finnlandiae 13.
LINDGREN, L. 1970: Beech forest vegetation in Sweden. Bot. Nat. Lund, 123.
LINDQUIST, B. 1931: Den skandinaviska bokskogens biologi. Svenska Skogsvårdsför. Tidskr. 29.
LINKOLA, K. 1924: Suomen Kasviston historia. Oma Maa. Helsinki.
LINKOLA, K. 1929: Zur Kenntnis der Waldtypen Eestis. Acta Forest. Fenn. 34.
LÖNNROTH, E. 1925: Untersuchungen über die innere Struktur und Entwicklung naturnaher Kiefernbestände. Acta forest. fenn. 30.
LÖNNROTH, E. 1926: Die Waldtypen und ihre innere Entwicklung. Mitt. Dt. Dendrol. Ges. 36.

Luonto-Liitto 1975: Suomen Luonnon-Suojelutiitto (Moorkunde) Suoaapinen Helsingissä.
Marker, E. 1968: A vegetation study of Langöya, Southern Norway. Nytt. Mag. Bot. 16.
Mayer, H. 1974: Wälder des Ostalpenraumes. Stuttgart.
Mikola, P. 1952: On the recent development of coniferous forests in the timber-line region of Northern Finland. Comm. Inst. For. Fenniae 40, 2.
Mikola, P. 1971: Man's modification of Taiga ecosystems. In.: Rosswall, Th.: System analysis in Northern Coniferous Forests – IBP workshop. Bull. from the Ecologia Research Comm. 14. Stockholm.
Mikola, P. 1971: Reflection of climatic fluctuation in the forestry practices in Northern Finland. Rep. Kevo Subarctic Res. Stat. 8.
Mikola, P. 1976: Classification of forests for multiple use in Finland. IUFRO-Congress Oslo.
Mikola, P. 1978: Consequences of climatic fluctuation in forestry. Fennia 150.
Myrberget, S. 1971: Game management in Norway. Medd. fra Statens Viltundersøkelser, Trondheim.
Nordhagen, R. 1954: Vegetation units in the mountain areas of Scandinavia. Veröff. Geobot. Inst. Rübel, Zürich, 29.
Nordhagen, R. 1956: Vegetasjonsforsk Kyvninger i naturparken ved Sylene i perioden 1920–1954 som bevis på klimatiske endringer, en fotografisk dokumentasjon. Norske Vid. Akad. Oslo Årbok.
Norwegian Forestry Society 1976: Forestry in Norway. Oslo.
Olsson, H. 1974: Acidophilous oak forests in South Sweden. Colloques phytosoc. 3, Lille.
Ottosson, I. 1965: Woods on the Isle of Jungfrun. Acta Phytogeograph. Suec. 50.
Passarge, H. 1965: Beobachtungen über die soziologische Gliederung baltischer Buchenwälder in Südschweden. Archiv für Forstw. 14, 10.
Passarge, G. u. H. 1972: Beobachtungen über Wald- und Gebüschgesellschaften im Raum Leningrad. Feddes Rep. 82.
Persson, T. 1980: Structure and Function of northern coniferous Forests – An Ecosystem Study. Biological Bulletins, 32 Stockholm.
Plochmann, R. 1956: Bestockungsaufbau und Baumartenwandel nordischer Urwälder, dargestellt an Beispielen aus Nordwestalberta/Kanada. Beih. z. Forstw. Cbl. 6.
Rautavaara, A. 1975: Suoaapinene Helsingissä.
Rosswall, Th. 1971: System Analysis in Northern Coniferous Forests. IBP-workshop. Ecological Bulletins/ NFR. 14 Stockholm.
Rubner, K. u. F. Reinhold 1953: Das natürliche Waldbild Europas. Hamburg – Berlin.
Ruthsatz, B. u. E. Geyger 1971: Wird die Intensivierung der Grünlandkultur in Island durch das Klima begrenzt? Forschungsstelle Nedri Ås; Hveragerdi, Island, 8.
Saburov, D. 1972: Die Wälder der Pinega. Leningrad.
Sarvas, R. 1959: Der nordische Urwald. Schweiz. Zeitschrift Forstw. 110.
Scamoni, A. 1950: Waldkundliche Untersuchungen auf grundwassernahen Talsanden. Berlin.
Scamoni, A. 1963: Einige Vergleiche zwischen der temperaten und der borealen Waldvegetation. Ber. Geobot. Inst. ETH Stiftung Rübel, Zürich, 34.
Schmid-Vogt, H. 1977: Die Fichte. Hamburg – Berlin.
Schotte, G. 1912: Schwedens nutzholzreichster Waldbestand. Meddel- fran Statens Skogförsöksanst. 9.
Seibert, P. 1966: Über das Aceri-Fraxinetum als vikariierende Gesellschaft des Galio-Carpinetum am Rande der Bayerischen Alpen. Vegetatio 17.
Seppälä, M. u. J. Rastas 1980: Vegetation map of northernmost Finland with special reference to subarctic forest limits and natural hazards. Fennia 158, 1.
Sjörs, H. 1965: Forest regions. Acta phytogeogr. 50.
Sjörs, H. 1965: Features of land and climate. Forest regions. In: The plant cover of Sweden. Acta Phytogeogr. Suec. 50.
Sjörs, H. 1967: Nordisk Växtgeografi, 2. Aufl. Stockholm.
Sirén, G. 1978: Konzepte und Praxis der Waldverjüngung in Skandinavien. Forstl. Forschungsanst. München. Forschungsberichte. Nr. 42.
Sömme, A. 1974: Die nordischen Länder: Dänemark, Finnland, Island, Norwegen, Schweden, 2. Auflage, Braunschweig.
Söyrinki, N., R. Salmela u. J. Suvanto 1977: The forest and mire vegetation of the Oulanka National Park, Northern Finland. Acta Forestalia Fennica 154.
Steen, E. 1954: Vegetation und Boden einer uppländischen Hutweide, unter besonderer Berücksichtigung des Weideganges. Statens Nordbruksförsök Medd. 49.
Størmer, P. 1938: Vegetationsstudien auf der Insel Håøya im Oslofjord. Skr. norske Vidensk-Akad. I. mat.-natruv. Kl. 9.
Sukatchev, V. N. 1972: Die Grundlagen der Waldtypologie und Biogeozönologie. Leningrad.
Sylvén, N. 1916: Die nordschwedische Kiefer. Skogsvårdsföreningen Tidskr.

TAMM, O. C. 1976: Man and the Boreal Forest. Ecolog. Bull. 21 Stockholm.
THANNHEISER, D. 1975: Vegetationsgraphische Untersuchungen auf der Finnmarksvidda im Gebiet von Masi/ Norwegen. Westf. geogr. Stud. 31.
TKATSCHENKO, M. 1929: Urwald und Plenterwald in Nord-Rußland. Proc. Int. Congr. Forest. Exp. Stat. Stockholm.
TROLL, C. 1972: Landschaftsökologie der Hochgebirge Eurasiens. Erdwiss. Forschung 4. Wiesbaden.
VAARAMA, A. u. T. VALANNE 1973: On the biology and origin of Betula tortuosa. Mineogr. Dep. Bot. Univ. Turku.
VEIJALAINEN, H. 1976: Effect of forestry on the yields of wild berries and edible fungi. In: TAMM, C. O.: Man and the boreal forest. Ecol. Bull. Stockholm.
WALLÉN, G.-CH. 1970: Climates of Northern and Western Europe. Vol. 5. World Survey of Climatology. Amsterdam – London – New York.
WALTER, H. 1974: Die Vegetation Osteuropas, Nord- und Zentralasiens. Stuttgart.
WIELGOLASKI, F. F. 1975: Fennoscandian Tundra Ecosystems (I. Plants and microorganisms. II. Animals and Systems Analysis). Berlin – Heidelberg – New York.
ZHUKOV, A. B. 1976: The impact of anthropogenic factors on forest biogeocoenosis. In: TAMM, C. O.: Man and the boreal forest. Ecol. Bull. Stockholm 21.
ZOLLER, H. 1956: Die natürliche Großgliederung der fennoskandischen Vegetation und Flora. Ber. Geob. Forsch. Inst. Rübel.
ZUMER, M. 1963: La forêt islandaise. Schweiz. Zeitschr. Forstw. 114.

Ost- und nordosteuropäische Laub-Nadel-Waldregion

BAULE, H. 1980: Forstdüngung in Polen. Forstarchiv 51/2.
BERG, L.S. 1958: Die geographischen Zonen der Sowjetunion. 2. Bd. Leipzig.
DUVIGNEAUD, P. 1974: La synthèse écologique. Paris.
DZIUBAŁTOWSKI, S. 1930: Le sapin sur la limite septentrionale de son aire en Pologne. Acta Soc. Bot. Pol. 7, 3.
DZIUBAŁTOWSKI, S. u. R. KOBENDA 1933: Badania fitosocjologiczne w Górach Swiętokrzyskich. Acta Soc. Bot. Pol. 10.
ELLENBERG, H. 1978: Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer Sicht. 2. Auflage. Stuttgart.
FABIJANOWSKI, J. 1957: Der Naturschutz in Polen. Schweiz. Zeitschr. Forstw. 107/7.
FABIJANOWSKI, J. u. K. ZARZYCKI 1965: The vegetation of the Świnia Góra forest reserve, Holy Cross Mountains, Central Poland. Acta agraria et silvestris 5.
FALIŃSKA, K. 1973: Seasonal variability of colour aspects in the forest plant communities of the Białowieža National Park. Phytocoenosis 2, 1.
FALIŃSKI, J. B. u. W. MATUSZKIEWICZ 1963: Der Urwald von Białowieś. In: Exkursionsführer, Internationale pflanzensoziologische Exkursion durch NO-Polen. Warschau.
FALIŃSKI, J. B. 1966: Influence de l'homme sur le tapis végétal de la Grande Forêt de Białowieža. Diss. Univ. Warschau.
FALIŃSKI, J. B. 1972: Végétation potentielle naturelle du Pays des Lacs de Mazury (partie centrale). Phytocoenosis 1,1.
FALIŃSKI, J. B. 1975: Anthropogene Veränderung der Vegetation Polens. Phytocoenosis 4, 1.
FALIŃSKI, J. B. 1976: Windwürfe als Faktor der Differenzierung und der Veränderung des Urwaldbiotopes im Licht der Forschungen auf Dauerflächen. Phytocoenosis 5, 2.
FALIŃSKI, J. B. 1977: Research on vegetation and plant population dynamics conducted by Białowieža geobotanical Station of the Warsaw University in the Białowieža Forest 1952–1977.
GAGARIN, E. 1949: Holzanbau zum Schutz der Felder in Rußland. Forstw. Cbl. 68.
GAMS, H. 1943: Die Wälder Südrußlands und ihre Geschichte. Forstarchiv 19, 3–8.
GREHN, J. 1950: Die Gehölzwiesen des Baltischen Raumes. Natur und Volk 80.
HOFMANN, G. 1963: Vegetationskundliche Beobachtungen an Waldgesellschaften des nördlichen Lubliner Hügellandes (SO-Polen) und ein Vergleich mit entsprechenden Einheiten in Deutschland. Archiv f. Forstw. 12/4.
IUCN (International Commission on National Parks) 1971. United Nations list of national parks and equivalent reserves. Brussels.
IZDEBSKI, K. 1962: Forest communities of Central Roztocze (SE-Poland). Acta Soc. Bot. 32, 2.
JAHN, G. 1977: Die Fichtenwaldgesellschaften in Europa. In: SCHMIDT-VOGT: Die Fichte. Hamburg – Berlin.

Jedliński, W. 1918: Die polnische Lärche (Larix polonica) und ihre forstwirtschaftliche Bedeutung nebst einer Stammanalyse. Spraw. Kom. Fizjogr., AV 52.
Jedliński, W. 1928: Zur Frage der natürlichen Verbreitung der Fichte in Mittelpolen und ihrer wirtschaftlichen Bedeutung. Sylwan.
Kaźmierczakowa, R. 1971: Ecology and production of Potentillo albae-Quercetum and Tilio-Carpinetum ground flora in two Forest reserves on the Małopolska upland. Studia naturae 5.
Kleopov, J. D. 1941: Florenanalyse der Breitlaubwälder von Osteuropa. Diss. Univ. Charkov (nach Walter 1974).
Klötzli, F. 1975: Edellaubwälder im Bereich der südlichen Nadelholzwälder Schwedens. Ber. Geobot. Inst. ETH. Stiftung Rübel, Zürich 43.
Komarov, V. L. 1956: The Legend to the "Geobotanical Map of the USSR". Academy of Sciences of the USSR, Leningrad.
Konowalow, N. 1929: Die Waldtypen der Forstreviere der Umgebung von Moskau. Moskau.
Linkola, K. 1929: Zur Kenntnis der Waldtypen Eestis. Acta Forest. Fenn. 34.
Mallner, F. 1929: Vorgeschichte und Werdegang des lettländischen Waldtypensystems. Zeitschr. ges. Forstw. 76/7–9.
Marszałek T.1978: Die Forstwirtschaft in der Volksrepublik Polen. Forstarchiv, 49,11.
Matuszkiewicz, A. W. 1954: Die Verbreitung der Waldassoziationen des Nationalparks von Białowieža. Ekologia Polska 2/1, Warszawa.
Matusziewicz, A. 1955: La situation systématique et les tendances d'evolution des chênaies de Biaołwieža. Acta Soc. Bot. Pol. 24, 2.
Matuszkiewicz, M. u. M. Polakowska 1955: Zur Systematik der azidophilen Mischwälder in Polen. Acta Soc. Bot. Pol. 24.
Matuszkiewicz, W. u. A. Matuszkiewicz 1955: Zur Systematik der Quercetalia pubescentis-Gesellschaften in Polen. Acta Soc. Bot. Polonia 25, 1.
Matuszkiewicz, W. u. A. Matuszkiewicz 1956: Pflanzensoziologische Untersuchungen im Forstrevier „Ruda" bei Puławy (Polen). Acta Soc. Bot. Pol. 25, 2.
Matuszkiewicz, W. u. M. Borowik 1957: Zur Systematik der Auenwälder in Polen. Acta Soc. Bot. Pol. 26, 4.
Matuszkiewcz, W., H. Traczyk u. T. Traczyk 1958: Zur Systematik der Bruchwaldgesellschaften (Alnetalia glutinosae) in Polen. Acta Soc, Bot. Pol. 27.
Matuszkiewicz, A. 1958: Zur Systematik der Fagion-Gesellschaften in Polen. Acta Soc. Bot. Pol. 27.
Matuszkiewicz, W. 1962: Zur Systematik der natürlichen Kiefernwälder des mittel- und osteuropäischen Flachlandes. Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem. N.F. 9.
Matuszkiewicz, W.: Exkursionsführer für die Internationale pflanzensoziologische Exkursion durch NO-Polen vom 4. – 10. Juni 1963. Warszawa 1963.
Matuszkiewicz, W. 1966: Die potentielle natürliche Vegetation des Warschauer Beckens. Materiały Zakładu Fitosocjologii Stosowanej, 15.
Matuszkiewicz, W. 1966: Die potentielle Vegetation forstlicher Versuchsflächen im Forstamt Kartuzy/Pommerellen/Polen. Materiały Zakładu Fitosocjologii Stosowanej, 10 Warszawa-Białowieža.
Matuszkiewicz, W. u. A. Matuszkiewicz 1973: Pflanzensoziologische Übersicht der Waldgesellschaften von Polen. Teil 1. Die Buchenwälder. Phytocoenosis 2, 2.
Matuszkiewicz, W. u. J. Matuszkiewicz 1973: Pflanzensoziologische Übersicht der Waldgesellschaften von Polen. Teil 2. Die Kiefernwälder. Phytocoenosis 5, 1.
Matuszkiewicz, J. 1976: Pflanzensoziologische Übersicht der Waldgesellschaften von Polen. Teil 3. Die auwaldartigen Gesellschaften. Phytocoenosis 5, 1.
Matuszkiewicz, W. 1977: Spät- und Frühfröste als standortsökologischer Faktor in den Waldgesellschaften des Białowieža-Nationalparks (Polen). In: Vegetation und Klima. Vaduz.
Matuszkiewicz, J. 1977: Pflanzensoziologische Übersicht der Waldgesellschaften von Polen. Teil 4. Die Fichten- und Tannenwälder. Phytocoenosis 6, 3.
Matuszkiewicz, W. 1978: Pflanzensoziologische Grundlagen der Waldtypologie in Polen. Prace Instytutu Badawczego Leśnictwa 558, Warszawa.
Matuszkiewicz, W. 1979: Über die Vorbereitung der Übersichtskarte der potentiell natürlichen Vegetation in Polen. Documents phytosociologiques 4.
Matuszkiewicz, W. 1980: Synopsis und geographische Analyse der Pflanzengesellschaften von Polen. Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem. N.F. 32.
Maydell, H. J. 1972: Die Wälder der Sowjetunion als Rohstoffquelle für die Holzindustrie. Forstarchiv 43.
Maydell, H. J. 1973: Forst- und Holzwirtschaft der Sowjetunion. Mitt. Bundesforschungsanstalt f. Forst- und Holzwirtschaft. Reinbek, 94, 105/1975.
Mayer, H. u. K. Tichy 1979: Das Eichen-Naturschutzgebiet Johannser Kogel im Lainzer Tiergarten/Wienerwald. Cbl. ges. Forstw. 96, 4.

MAYER, H. 1984: Waldbau. 3. Auflage. Stuttgart – New York.
MEDWECKA-KORNAŚ, A. 1952: Les associations forestières du Jura Cracovien. Ochrona Przyrody 20.
MEDWECKA-KORNAŚ, A. u. J. KORNAŚ 1963: Vegetation map of the Ojców Nationalpark. Ochrona Przyrody R. 29. Kraków.
MEDWCKA-KORNAŚ, A. 1966: Forest and scrub-associations. In: SZAFER, W.: The vegetation of Poland. Warszawa.
MEDWECKA-KORNAŚ, A. 1968: Plant communities in the Jaszcze and Jamne valleys. Studia Naturae.
MELEHOV, I. S. 1979: Waldtypologie. Mitt. Bundesforschungsanstalt f. Forst- und Holzw. Hamburg-Reinbek, 125.
MEUSEL, H., E. JÄGER u. E. WEINERT 1965: Vergleichende Chorologie der zentraleuropäischen Flora. Jena.
NESTEROV, W. 1953: Die Aufforstung in der UdSSR. Schweiz. Zeitschr. Forstw. 1953, 103.
OBERDORFER, E. 1953: Der europäische Auenwald. Beiträge zur naturkundlichen Forschung in Südwestdeutschland 12, 1.
OBERDORFER, E. 1964: Das Strauchbirkenmoor (Betulo-Salicetum repentis) in Osteuropa und im Alpenvorland. Beiträge zur Phytologie. Stuttgart.
PASSARGE, H. 1963: Zur soziologischen Gliederung von Kiefernwäldern im nordöstlichen Mitteleuropa. Archiv, Forstw. 12, 11.
PASSARGE, H. 1964: Beobachtungen zur soziologischen Gliederung masurischer Hainbuchenwälder. Arch. f. Forstw. 13.
PASSARGE, H. u. G. HOFMANN 1968: Zur soziologischen Gliederung nordmitteleuropäischer Hainbuchenwälder. Feddes Report 78/1-3.
PIGOTT, C. D. 1975: Natural regenerations of Tilia cordata in relation to forest-structure in the forest of Białowieża, Poland. Philosophical Transaction of the Royal Society of London, 270, 904.
REGEL, G. 1930: Larix sibirica, Larix europaea, Larix polonica. Ein soziologischer Vergleich. In: Veröff. Geobot. Inst. Rübel, Zürich 6.
REINHOLD, F. 1942: Das Waldbild Rußlands. Zeitschrift für Weltforstwirtschaft. 9/10–12.
RUBNER, K. 1960: Die pflanzengeographischen Grundlagen des Waldbaues. 5. Auflage, Radebeul und Berlin.
RÜHL, A. 1955: Die forstlich-pflanzengeographischen Verhältnisse Estlands. Schweiz. Zeitschr. Forstw. 108, 6.
RÜHL, A. 1960: Über die Waldgesellschaften Estlands. Stockholm 1960.
SCHMITTHÜSEN, J. 1976: Atlas zur Biogeographie. Mannheim – Zürich.
SŁAWINSKI, W. 1946: Fagetum zamosciense. Beech forests on the Lublin Height. Ann. UMSC 1. Lublin.
SOKOŁOWSKI, M. 1928: Die soziologischen Untersuchungen im Waldreservat Zloty Potok, Sylwan 46.
SOKOŁOWSKI, A. W. 1966: Vegetation of the forest reserve „Debowo" on the territory of the Forest district Sadłowo, Obsztyn Voivodship. Prace Instytutu Badawczego Leśnictwa, 303–307, Warszawa.
SOKOŁOWSKI, A. W. 1968: Carr forests in the reserve Czartowe Pole. Ochrona Przyrody, 33.
SOKOŁOWSKI, A. W. 1968: Forest-associations at the territory of Head-Forestry Zwierzyniec in Białowieża Forest. Prace Instytutu Badawczego Leśnictwa 354, Warszawa.
SOKOŁOWSKI, A. W. 1968: Mixed pine-spruce forests (Association Calamagrostio arundinaceae-Piceetum) in North-East Poland. Prace Instytutu Badawczego Leśnictwa, 350, Warszawa.
SOKOŁOWSKI, A. W. 1969: Forest associations of the Balinka forestry district in Augustów Forest. Monographiae Botanicae, 28, Warszawa.
SOKOŁOWSKI, A. W. 1970: Vegetation of the Cisowy Jar (Yew Ravine) Reserve near Olecko. Ochrona Przyrody, 35.
SOKOŁOWSKI, A. W. 1973: Natural objects requiring protection on the area of the Białystok province, part. 1. Prace Białostockiego Towarzystwa Naukowego, 19.
SOKOŁOWSKI, A. W. 1980: Forest communities of North-Eastern Poland. Monographiae Botanicae, 60, Warszawa.
STASZKIEWICZ, J. 1958: Les associations du pin silvestre de „Bory Nowotarskie". Fragm. Flor. et. Geobot. 3, 2. Krakôw.
STEFFEN, H. 1931: Vegetationskunde von Ostpreußen. Pflanzensoziologie 1, Jena.
STRZELECKI, W. u. R. DZIELCIOLOWSKI 1980: Silvicultural contribution to forest restoration in the areas endagered by industrial gas pollution. Waldbau unter ökologisch und wirtschaftlich extremen Bedingungen, IUFRO-Abtgl. 1, Thessaloniki – Athen.
SUKATSCHEW, W. N. 1932: Die Untersuchungen der Waldtypen des osteuropäischen Flachlandes. Abderhaldens Handb. 9, 6, Wien.
SZAFER, W. 1929: Nationalpark in Polen. Kraków.
SZAFER, W. ET AL. 1966: The vegetation of Poland. Oxford – London – Warsaw.
WALTER, H. 1942: Die Vegetation des Europäischen Rußlands unter Berücksichtigung von Klima, Boden und wirtschaflicher Nutzung. Berlin. 2. Auflage 1943.
WALTER, H. u. H. LIETH 1960: Klimadiagramm-Weltatlas. Jena.

Walter, H. u. H. Straka 1970: Arealkunde, 2. Auflage. Stuttgart.
Walter, H. 1973: Allgemeine Geobotanik. UTB 284. Stuttgart.
Walter, H. 1974: Die Vegetation Osteuropas, Nord- und Zentralasiens. Stuttgart.
Zaręba, R. 1968: Drzewa i drzewostany. BPN. In: Falinski, J. P. Park Norodowy w Puszczy Białowieskiej. PWRiL. Warszawa.
Zareba, R. 1972: Plant sociological characteristics of the experimental area in the compartment 319 of the Białowieża National Park. Folia Forestalia Polonica, 20.

Mitteleuropäische Eichen-Buchenwaldregion

Averdieck, F.-R. 1971: Zur postglazialen Geschichte der Eibe (Taxus baccata L.) in Nordwestdeutschland. Flora 160.
Bach, R. 1950: Die Standorte jurassicher Buchenwaldgesellschaften mit besonderer Berücksichtigung der Böden. Ber. Schweiz. Bot. Ges. 60.
Bartsch, J.-M. 1940: Vegetationskunde des Schwarzwaldes. Pflanzensoziologie, 4. Jena.
Beug, H. J. 1967: Probleme der Vegetationsgeschichte in Südeuropa. Ber. Dt. Ges. 78.
Bodeux, A. 1955: Alnetum glutinosae. Mitt. Flor. soz. Arbeitsgem. N. F. 5. Stolzenau.
Böhme, E. 1969: Natürliche Waldgesellschaften zwischen den äußeren Stufenflächen der Beckumer Berge und der Ems. Ber. naturw. Ver. Bielefeld 19.
Bohn, H., H. Butzke, u. H. Genssler et al. 1978: Naturwaldzellen II Bergisches Land – Sauerland. Schriftenr. Landesanst. Ökologie, Landschaftsentw. u. Forstplanung (LÖLF) Nordrhein-Westfalen Bd. 3.
Bohn, U., D. Korneck u. K. Meisel 1981: Vegetationskarte der Bundesrepublik Deutschland – Potentielle natürliche Vegetation – Blatt CC 5518 Fulda. Schriftenr. Vegetationskunde 15, Bonn-Bad Godesberg.
Braun-Blanquet, J. 1932: Zur Kenntnis nordschweizerischer Waldgesellschaften. Beih. Bot. Cbl., 49.
Buchwald, K. 1951: Bruchwaldgesellschaften im Großen und Kleinen Moor. Angew. Pflanzensoziologie 2. Stolzenau.
Buchwald, K. u. W. Engelhardt 1978: Handbuch für Planung, Gestaltung und Schutz der Umwelt. München – Bern – Wien.
Burrichter, E. 1970: Beziehungen zwischen Vegetations- und Siedlungsgeschichte im nordwestlichen Münsterland. Vegetatio 20.
Burricher, E. 1973: Die potentielle natürliche Vegetation in der Westfälischen Bucht. Landeskundl. Karten. Westfalen, 8.
Burrichter, E. 1977: Vegetationsbereicherung und Vegetationsverarmung unter dem Einfluß des prähistorischen und historischen Menschen. Natur und Heimat 37/2. Münster.
Burrichter, E. u. R. Wittig 1977: Der Flattergras-Buchenwald in Westfalen. Mitt. flor. soz. Arbeitsgem. N. F. 19/20. Todenmann.
Butzke, H. et al. 1975: Naturwaldzellen in Nordrhein-Westfalen. Teil I: Eifel, Niederrheinische Bucht, Niederrheinisches Tiefland. Landesanstalt für Ökologie, Landesentwicklung und Forstplanung, Nordrhein-Westfalen. Düsseldorf.
Butzke, H. 1979: Bodenkundliche und vegetationskundliche Untersuchungen in den lindenreichen Stieleichen-Hainbuchenwäldern (Stellario-Carpinetum) in der südlichen Niederrheinischen Bucht. Pytocoenologia 6.
Carbiener, 1970: Un exemple de type forestier exceptionnel pour l'Europe occidentale, la forêt du lit majeur du Rhin au niveau du fossé Rhénan (Fraxino-Ulmetum OBERD. 53). Vegatatio 20.
(IBP)-Czechoslovak Int. Biol. Prac. 1974: Ecostystems study of Flood-plain Forest in South Moravia. Report Nr. 4, Brno.
Dengler, A. 1904: Untersuchungen über die natürlichen und künstlichen Verbreitungsgebiete einiger forstlich und pflanzengeographisch wichtiger Holzarten in Nord- und Mitteldeutschland. I. Die Horizontalverbreitung der Kiefer (Pinus silvestris L.) Mitt. Forstl. Versuchsw. Preussens. II. Fichte (Picea excelsa LK) und III. Weißtanne (Abies alba DC.) 1912.
Dethioux, M. 1969: La hêtraie à mélique et aspérule des districts mosan et ardennais. Bull. Rech. Agron. Gembloux N.S. 4.
Diemont W. H. 1938: Zur Soziologie und Synökologie der Buchen- und Buchenmischwälder der Nordwestdeutschen Mittelgebirge. Mitt. flor. soz. Arbeitsg. Niedersachsen, 4.
Dierschke, H., K. Hüllbusch u. R. Tüxen 1973: Eschen-Erlen-Quellwälder am Südwestrand der Bückeberge bei Bad Eilsen. Mitt. flor. soz. Arbeitsgem. N. F. 15/16.
Dierschke, H. 1974: Saumgesellschaften im Vegetations- und Standortgefälle an Waldrändern. Scripta Geobotanica, 6. Göttingen.

Dierschke, H. 1979: Die Pflanzengesellschaften des Holtumer Moores und seiner Randgebiete (Nordwest-Deutschland). Mitt. flor. soz. Arbeitsgem. N.F. 21, Göttingen.
Dierschke H. 1979: Laubwald-Gesellschaften im Bereich der unteren Aller und Leine (Nordwest-Deutschland). Documents phytosociologiques NS, 4. Lille.
Dierssen, K. 1977: Zur Synökologie von Betula nana in Mitteleuropa. Phytocoenologia 4, 2.
Dieterich, H., S. Müller u. G. Schlenker 1970: Urwald von morgen, Bannwaldgebiete der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg, Stuttgart.
Doing Kraft, H. u. V. Westhoff 1958: The position of the beech in the native woodlands of W- and C-Europe. Jb. Nederlandse Dendrol. Ver.
Ellenberg, H. 1939: Über Zusammensetzung, Standort und Stoffproduktion bodenfeuchter Eichen- und Buchen-Mischwaldgesellschaften Nordwestdeutschlands. Mitt. Flor. Soz. Arbeitsg. Niedersachsen 3.
Ellenberg, H. 1963: Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer Sicht. 2. Auflage 1978. Stuttgart.
Ellenberg, H. 1967: Vegetations- und bodenkundliche Methoden der forstlichen Standortskartierung. Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich 39.
Ellenberg, H. 1972: Belastung und Belastbarkeit von Ökosystemen. Tagungsber. Ges. f. Ökologie, Gießen.
Ellenberg, H. u. F. Klötzli 1972: Waldgesellschaften und Waldstandorte der Schweiz. Mitt. Schweiz. Anst. Forstl. Versuchsw. 48, 4.
Ellenberg, H. 1974: Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. Scripta Geobotanica, 9. Göttingen.
Ellenberg, H., J. Scheuermann u. B. Ulrich 1979: Ökosystemforschung im Solling. Göttingen.
Etter, H. 1943: Pflanzensoziologische und bodenkundliche Studien an schweizerischen Laubwäldern. Mitt. Schweiz. Anst. Forstl. Versuchsw. 23.
Etter, H. 1947: Über die Waldvegetation am Südostrand des schweizerischen Mittellandes. Mitt. Schweiz. Anst. Forstl. Versuchsw. 23.
Etter, H. 1949: Über die Ertragsfähigkeit verschiedener Standortstypen. Mitt. Schweiz. Anst. Forstl. Versuchsw. 26.
Fanta, J. 1981: Fagus sylvatica L. und das Aceri-Fagetum an der alpinen Waldgrenze in mitteleuropäischen Gebirgen, Vegetatio 44.
Firbas, F. 1949/52: Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte von Mitteleuropa nördlich der Alpen. 2 Bde. Jena.
Flohn, H. 1954: Witterung und Klima in Mitteleuropa. 2. Aufl. Forsch. Deutsche Landeskunde 78.
Förster, M. 1968: Über xerotherme Eichenmischwälder des deutschen Mittelgebirgsraumes. Diss. Hann. Münden.
Förster, M. 1979: Gesellschaften der xerothermen Eichenmischwälder des deutschen Mittelgebirgsraumes. Phytocoenologia 5, 4.
Förster, M. 1981: Waldgesellschaften der Bückeberge. Tüxenia 1. Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem.
Frehner, H. K. 1963: Waldgesellschaften im westlichen Aargauer Mittelland. Beitr. Geobot. Landesaufn. Schweiz 44.
Frenzel, B. 1977: Dendrochronologie und postglaziale Klimaschwankungen in Europa. Erdwiss. Forschung Bd. XIII, Wiesbaden.
Freytag, H. 1962: Einführung in die Biogeographie von Mitteleuropa unter besonderer Berücksichtigung von Deutschland. Stuttgart.
Fuchs, G. 1978: Die Vegetation des Kaiserstuhls, insbesondere am Limberg und Lützelberg. Karlsruhe.
Fukarek, F. 1961: Die Vegetation des Darss und ihre Geschichte. Pflanzensoziologie 12. Jena.
Gauckler, K. 1938: Steppenheide und Steppenheidewald der Fränkischen Alb in pflanzensoziologischer, ökologischer und geographischer Betrachtung. Ber. Bayer. Bot. Ges. 23.
Genssler, H. 1959: Veränderungen von Boden und Vegetation nach generationsweisem Fichtenanbau. Diss. Hann. Münden.
Glahn, H. v., 1981: Über den Flattergras- oder Sauerklee-Buchenwald (Oxali-Fagetum) der niedersächsischen und holsteinischen Moränenlandschaften. Drosera 9, 2 Oldenburg.
Gradmann, R. 1894: Das Pflanzenleben in der Schwäbischen Alb. 4. Aufl. Stuttgart 1950.
Grimme, R. 1977: Wasser- und Nährstoffversorgung von Hangbuchenwäldern auf Kalk in der weiteren Umgebung Göttingens. Scripta Geobotanica, 12.
Grosser, K. H. 1956: Die Vegetationsverhältnisse an den Arealvorposten der Fichte im Lausitzer Flachland. Archiv Forstwesen 5.
Grosser, K. H. 1966: Urwald Weißwasser. Brandenburg'sche Naturschutzgebiete 2, Potsdam.
Grüneberg, H. u. H. Schlüter 1957: Waldgesellschaften im Thüringer Schiefergebirge. Archiv Forstw. 6.
Hartmann, F. K. 1933: Zur soziologisch-ökologischen Charakteristik der Waldbestände Norddeutschlands. Silva, 21.

Hartmann, F. K. 1953: Waldgesellschaften der deutschen Mittelgebirge und des Hügellandes. Umschaudienst, 4 – 6; Hannover.

Hartmann, F. K., J. v. Eimern u. G. Jahn 1959: Untersuchungen reliefbedingter kleinklimatischer Fragen in Geländequerschnitten der hochmontanen und montanen Stufe des Mittel- und Südwestharzes. Ber. Dt. Wetterdienst, 50, 7 Offenbach.

Hartmann, F. K. u. G. Jahn 1967: Waldgesellschaften des mitteleuropäischen Gebirgsraums nördlich der Alpen. Ökologie der Wälder und Landschaften, 1, Stuttgart.

Hartmann, F. K. u. F. Schnelle 1970: Klimagrundlagen natürlicher Waldstufen und ihrer Waldgesellschaften in deutschen Mittelgebirgen. Ökologie der Wälder und Landschaften, 4. Stuttgart.

Hartmann, F. K. 1972: Ergebnisse klimatisch-ökologischer Untersuchungen an Waldgesellschaften im deutschen Mittelgebirge. Allg. Forst- u. Jagdztg. 143.

Hartmann, F. K. 1974: Mitteleuropäische Wälder. Zur Einführung in die Waldgesellschaften des Mittelgebirgsraumes in ihrer Bedeutung für Forstwirtschaft und Umwelt. Ökologie der Wälder und Landschaften. 5. Stuttgart.

Hartmann, F. K. u. G. Jahn 1974: Waldgesellschaften des mitteleuropäischen Gebirgsraumes nördlich der Alpen. Stuttgart.

Hauf, R. 1937: Die Buchenwälder auf den kalkarmen Lehmböden der Ostalb und die nacheiszeitliche Waldentwicklung auf diesen Böden. Jb. Ver. Vaterl. Naturk. Württemberg.

Hausrath, H. 1907: Der deutsche Wald. Leipzig.

Heiseke, P. 1962: Einrichtung von Naturwaldreservaten in Niedersachsen. Forst- u. Holzw. 27/1.

Heller, H. 1963: Struktur und Dynamik von Auenwäldern. Beitr. z. Geobot. Landesaufn. Schweiz, H. 42.

Heller, H. 1969: Lebensbedingungen und Abfolge der Flußauenvegetation in der Schweiz. Mitt. Schweiz. Anst. Forstl. Versuchsw. 45.

Hesmer, H. 1969: Waldentwicklung im nordwestdeutschen Flachland. Z. Forst- und Jagdwesen 64.

Hilf, R. B. 1940: Wald und Waidwerk in Geschichte und Gegenwart, 1. Der Wald. Potsdam.

Hofmann, G. 1958: Die eibenreichen Waldgesellschaften Mitteldeutschlands. Archiv Forstw. 7.

Hofmann, G. 1959: Die Wälder des Meininger Muschelkalkgebietes. Feddes Repert. Beih. 138.

Hofmann, G. 1963: Der Hainbuchen-Buchenwald in den Muschelkalkgebieten Thüringens. Arch. f. Forstw. 12.

Hofmann, G. 1964: Die Höhenstufengliederung in den Wäldern des nordöstlichen Rhön-Gebirges. Archiv Naturschutz 4, 4.

Hofmann, G. 1964: Kiefernforstgesellschaften und natürliche Kiefernwälder im östlichen Brandenburg. Archiv Forstw. 13.

Hofmann, G. 1965: Waldgesellschaften der östlichen Uckermark. Feddes Repert. Beih. 142.

Hofmann, W. 1966: Laubwaldgesellschaften der Fränkischen Platte. Würzburg.

Hohenester, A. 1960: Grasheiden und Föhrenwälder auf Diluvial- und Dolomitsanden im nördlichen Bayern. Ber. Bayer. Bot. Ges. 33.

Hornstein, F. v. 1958: Wald und Mensch. 2. Aufl. Ravensburg.

Horvat, I., V. Glavač u. H. Ellenberg 1974: Vegetation Südeuropas. Stuttgart.

Hueck, K. 1939: Botanische Wanderungen im Riesengebirge. Pflanzensoziologie 3, Jena.

Hübl, E. 1959: Wälder des Leithagebirges. Verh. Zool.-bot. Ges. 98/99.

Hübl, E. u. W. Holzner 1975: Grundzüge der Vegetationsgliederung Niederösterreichs. Phytocoenologia. 2.

Hübl, E. u. W. Holzner 1977: Vegetationsskizzen aus der Wachau in Niederösterreich. Mitt. Flor. soz. Arbeitsgem. N.F. 19/20.

Husová, M. 1968: Synökologische Studie der Waldgesellschaften auf Amphibolitgesteinen. Vegetace ČSSR A, 3 Prag.

Issler, E. 1942: Vegetationskunde der Vogesen. Pflanzensoziologie 5. Jena.

Iversen, J. 1958: Pollenanalytischer Nachweis des Reliktcharakters eines jütländischen Linden-Mischwaldes. Veröff. Geobot. Inst. Rübel. Zürich 33.

Jaeger, H. 1957: Die Waldstandorte im westthüringischen Buntsandsteingebiet. Berlin.

Jäger, E. 1968: Die pflanzengeographische Ozeanitätsgliederung der Holarktis und die Ozeanitätsbindungen der Pflanzenareale. Feddes Repert. 79.

Jahn, G. 1972: Forstliche Wuchsraumgliederung und waldbauliche Rahmenplanung in der Nordeifel auf vegetationskundlich-standörtlicher Grundlage. Diss. bot. 16, Lehre.

Jahn, G. 1977: Die Fichtenwald-Gesellschaft in Europa. In: Schmidt-Vogt. Die Fichte. Hamburg – Berlin.

Jahn, G. 1979: Zur Frage der Buche im nordwestdeutschen Flachland. Forstarchiv 50.

Jahn, G. 1980: Das Melico-Fagetum in seinen Beziehungen zur Umwelt. In: Werden und Vergehen von Pflanzengesellschaften. Vaduz.

Jahn, G. 1980: Werden und Vergehen von Buchenwaldgesellschaften. In: Werden und Vergehen von Pflanzengesellschaften. Vaduz.

JAHN, S. 1952: Die Wald- und Forstgesellschaften des Hils-Berglandes (Forstamtsbezirk Wenzen). Angewandte Pflanzensoziologie, 5. Stolzenau.

JAKUCS, P. 1961: Die Flaumeichenwälder in der Tschechoslowakei. In: Die Pflanzenwelt der Tschechoslowakei. Veröff. Gebot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich, 36.

JAKUCS, P. 1961: Die phytozönologischen Verhältnisse der Flaumeichen-Buschwälder Südostmitteleuropas. Budapest.

JELEM, H. u. H. MARGL 1975: Marchauen in Niederösterreich. Mitt. Forstl. Bundesversuchsanst. 113.

JURKO, A. 1958: Bodenökologische Verhältnisse und Waldgesellschaften der Donautiefebene. Slov. Akad. Vied. Bratislava.

KELLER, W. 1975: Querco-Carpinetum calcareum Stamm 1938 redivivum? Schweiz. Zeitschr. f. Forstwesen 126/10.

KEMMNER, G. u. R. WAGELAAR 1982: Bestandesstrukturelle Untersuchungen im naturnahen Eichenmischwald „Unterhölzer Wald". Diplomarbeit Uni Freiburg.

KLIX, W. u. H.-D. KRAUSCH 1958: Das natürliche Vorkommen der Rotbuche in der Niederlausitz. Wiss. Z. Pädagog. Hochsch. Potsdam. Math. Nat. 4.

KLÖTZLI, F. 1965: Qualität und Quantität der Rehäsung in Wald- und Grünlandgesellschaften des nördlichen Schweizer Mittellandes. Diss. ETH. Zürich.

KLÖTZLI, F. 1968: Über die soziologische und ökologische Abgrenzung schweizerischer Carpinion- von den Fagion-Wäldern. Feddes Repert. 78

KLÖTZLI, F. 1968: Zur Ökologie schweizerischer Bruchwälder unter besonderer Berücksichtigung des Waldreservates Moos bei Birmensdorf und des Katzensees. Ber. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel. Zürich 39.

KLÖTZLI, F. 1976: Grenzen von Laubwäldern in Europa. Ber. Dt. Bot. Ges. 89.

KNAPP, R. 1944: Vegetationsaufnahmen von Wäldern der Alpenostrandgebiete. Halle.

KORPEL, S. u. B. VINŠ 1965: Pestovanie jedle (Tannen-Monographie). Bratislava.

KORPEL, S. u. B. VINŠ 1973: Die Weißtanne im Waldbau der Tschechoslowakei. Schweiz. Z. Forstw. 134, 2.

KRAL, F., H. MAYER u. K. ZUKRIGL 1975: Die geographischen Rassen der Waldgesellschaften in vegetationskundlicher, waldgeschichtlicher und waldbaulicher Sicht. Beitr. Naturk. Forsch. Südw.Deutschl. 34.

KRAUSCH, H. D. 1960: Die Pflanzenwelt des Spreewaldes. Wittenberg.

KRAUSCH, H. D. 1962: Der Sandnelken-Kiefernwald an seiner Westgrenze in Brandenburg. Mitt. Flor.-Soz. Arbeitsgem. N.F. 9. Stolzenau.

KRAUSE, A. 1972: Laubwaldgesellschaften im östlichen Hunsrück. Diss. Bot. 15, Lehre.

KRAUSE, A., L. SCHRÖDER u. L. MEISEL 1979: Vegetationskarte der Bundesrepublik Deutschland 1:200 000, potentielle natürliche Vegetation. Blatt CC 3118 Hamburg-West. Schr. Reihe Vegetationskunde, 14, Bonn-Bad Godesberg.

KRAUS, G. et al. 1939: Standortsgemäße Durchführung der Abkehr von der Fichtenwirtschaft im nordwestsächsischen Niederland. Thar. Forstl. Jahrb. 90.

KRISO, K. 1958: Entstehung, Aufbau und Leistung von Eichen-Hainbuchen-Beständen in Süddeutschland. Beih. z. Forstw. Cbl. 9.

KUHN, K. 1937: Die Pflanzengesellschaften der Schwäbischen Alb. Öhringen.

KUHN, N. 1967: Natürliche Waldgesellschaften und Waldstandorte der Umgebung von Zürich. Veröff. geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich 40.

KÜNNE, H. 1969: Laubwaldgesellschaften der Frankenalb. Diss. Bot. 2, Lehre.

KUOCH, R. 1954: Wälder der Schweizer Alpen im Verbreitungsgebiet der Weißtanne. Mitt. Schweiz. Anst. Forstl. Versuchsw. 30.

LAMPRECHT, H., D. GÖTTSCHE, G. JAHN u. K. PEIK 1974: Naturwaldreservate in Niedersachsen. Aus dem Walde. Mitt. Niedersächs. Landesforstverwaltung, 23.

LANG, G. 1973: Die Vegetation des westlichen Bodenseegebietes. Pflanzensoziologie. Stuttgart.

LANGGUTH, H., D. KOPP u. H. PASSARGE 1965: Standorte und Vegetation des Kartuzyer Waldes im polnischen Jungmoränengebiet. Beispiel einer forstlichen Standortkartierung nach kombinierten Verfahren. Potsdam.

LAUSI, D. u. S. PIGNATTI 1973: Die Phänologie der europäischen Buchenwälder auf pflanzensoziologischer Grundlage. Phytocoenologia 1, 1.

LEIBUNDGUT, H. 1957: Waldreservate in der Schweiz. Schweiz Zeitschr. Forstw. 117.

LEIPPERT, H. 1962: Waldgesellschaften und ihre Böden im Spessart-Rhön-Vorland. Würzburg.

LEUTHOLD, CH. 1980: Die ökologische und pflanzensoziologische Stellung der Eibe (Taxus baccata) in der Schweiz. Veröff. geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich.

LINDQUIST, B. 1931: The ecology of the Scandinavian Beechwoods. Svenska Skogsvårdsforen Tidskr. 3.

LÖDL, J., H. MAYER u. A. PITTERLE 1977: Das Eichen-Naturschutzgebiet Rohrberg im Hochspessart. Forstw. Cbl. 96.

LÖTSCHERT, W. 1963: Keimzahlgehalt, Co_2-Gehalt der Bodenluft und Co_2-Abgabe des Bodens in verschiedenen Ausbildungsformen des baltischen Perlgras-Buchenwaldes. Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem. N.F. 10.

LOHMEYER, W. 1951: Die Pflanzengesellschaften der Eilenriede bei Hannover. Angewandte Pflanzensoziologie, 3, Stolzenau.

LOHMEYER, W. 1955: Über das Cariceto-Fagetum im westlichen Deutschland. Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem. N.F. 5. Stolzenau.

LOHMEYER, W. 1957: Der Hainmieren-Schwarzerlenwald (Stellario-Alnetum glutinosae (Kästner 1938). Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem. N.F. 6/7.

LOHMEYER, W. 1960: Zur Kenntnis der Erlenwälder in den nordwestlichen Randgebieten der Eifel. Mitt. flor-soz. Arbeitsgem. N.F. 8.

LOHMEYER, W. 1962: Zur Gliederung der Zwiebelzahnwurz (Cardamine bulbifera)-Buchenwälder im nördlichen Rheinischen Schiefergebirge. Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem. N.F. 9.

LOHMEYER, W. 1967: Über den Stieleichen-Hainbuchenwald des Kern-Münsterlandes und einige Gehölz-Kontaktgesellschaften. Schriftenr. Vegetationskunde. 8. Bad Godesberg 2.

LOHMEYER, W. u. U. BOHN 1972: Karpatenbirkenwälder als kennzeichnende Gehölzgesellschaften der Hohen Rhön und ihre Schutzwürdigkeit. Natur und Landschaft 47.

LÜDI, W. 1961: Die Pflanzenwelt der Tschechoslowakei. Ergeb. 12. Int. Pflanzengeogr. Exkursion (IPE) durch die Tschechoslowakei (1959). Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich 36.

LUTZ, J. L. 1956: Spirkenmoore in Bayern. Ber. Bayer. Bot. Ges. 31.

MAGIC, D. 1968: Waldgesellschaften der Eichen-Hainbuchen- und Buchenwälder mit Festuca arymeia Mert. u. Koch im Slowakischen Erzgebirge. Biol. Pracé. Bratislava, 14.

MALEK, J. 1978: Waldbild Südwest-Mährens vom 16. Jahrhundert in dynamischer Sicht. Acta musei moraviae 63.

MALEK, J. 1979: Zur Frage des Weideeinflusses in Urzeit auf die Waldzusammensetzung im Böhmerwaldvorgebirge. Preslia, Praha, 51.

MATUSZKIEWICZ, W.-A. 1956: Zur Systematik der Quercetalia pubescentis-Gesellschaften in Polen. Acta Soc. Botan. Polon. 25.

MATUSZKIEWICZ, W.-A. 1960: Pflanzensoziologische Untersuchungen der Waldgesellschaften des Riesengebirges. Acta Soc. Bot. Pol. 29.

MATUSZKIEWICZ, W. 1962: Zur Systematik der natürlichen Kiefernwälder des mittel- und osteuropäischen Flachlandes. Mitt. Flor.-soz. Arbeitsgem. N.F. 9

MATUSZKIEWICZ, W. 1963: Zur systematischen Auffassung der oligotrophen Bruchwaldgesellschaften im Osten der Pommerschen Seenplatte. Mitt. Flor.-soz. Arbeitsgem. N.F. 9.

MATUSZKIEWICZ, W.-A. 1973: Pflanzensoziologische Übersicht der Waldgesellschaften in Polen. Teil 1: Buchenwälder. Phytocoenosis, 2.

MAYER, H. 1964: Die Salemer Lärche im Bodenseegebiet. Forstw. Cbl. 83.

MAYER, H. 1969: Aufbau und waldbauliche Beurteilung des Naturwaldreservates Freyensteiner Donauwald. Cbl. ges. Forstw. 86.

MAYER, H. 1971: Das Buchen-Naturwaldreservat Dobra/Kampleiten im niederöstereichischen Waldviertel. Schweiz. Zeitschr. Forstw. 122.

MAYER, H. 1972: Standörtliche, vegetationskundliche und waldbauliche Beurteilung von Seegras-Fichtenbeständen auf der mittelschwäbischen Iller-Lech-Platte. Forstw. Cbl. 91.

MAYER, H. 1974: Wälder des Ostalpenraumes. Stuttgart.

MAYER, H. 1975: Der Einfluß des Schalenwildes auf die Verjüngung und Erhaltung von Naturwaldreservaten. Forstw. Cbl. 94.

MAYER, H. 1976: Gebirgswaldbau – Schutzwaldpflege. Stuttgart.

MAYER, H. 1977: Management-Plan. WWF-Reservat Marchauen-Marchegg. Wien.

MAYER, H. 1977: Waldbau auf soziologisch-ökologischer Grundlage. Stuttgart – New York; 3. Auflage 1984.

MAYER, H. u. F. REIMOSER 1978: Die Auswirkungen des Ulmensterbens im Buchen-Naturwaldreservat Dobra (Niederösterreichisches Waldviertel). Forstw. Cbl. 97.

MAYER, H. u. K. TICHY 1979: Das Eichen-Naturschutzgebiet Johannser Kogel im Lainzer Tiergarten. Cbl. ges. Forstw. 96.

MAYER, H. u. K. ZUKRIGL 1980: Naturwaldreservate in Österreich. Allg. Fortstzt. 91, 8.

MAYER, H. 1981: Die 10 ökologischen Wald-Wild-Gebote für naturnahen Waldbau und naturnahe Jagdwirtschaft. Wien.

MEISEL-JAHN, S. 1955: Die Kiefern-Forstgesellschaften des norddeutschen Flachlandes. Angew. Pflanzensoziologie 11. Stolzenau/Weser.

MEISEL-JAHN, S. 1955: Die pflanzensoziologische Stellung der Hauberge des Siegerlandes. Mitt. Flor.-Soz. Arb.-gem. N.N. 5.

MEUSEL, H. 1939: Die Vegetationsverhältnisse der Gipsberge am Kyffhäuser und im südlichen Harzvorland. Hercynia 2.
MEUSEL, H. 1942: Pflanzengeographische Betrachtungen über mitteleuropäische Waldgesellschaften. Botanisches Archiv, 43.
MEUSEL, H. 1951/52: Die Eichen-Mischwälder des mitteldeutschen Trockengebietes. Zeitschr. Martin-Luther-Universtiät Halle-Wittenberg, 1.
MEUSEL, H. 1953: Die Eichenmischwälder des mitteldeutschen Trockengebietes. Wiss. Univ. Halle, math.-nat. Kl. 1.
MEUSEL, H. 1954: Vegetationskundliche Studien über mitteleuropäische Waldgesellschaften. 4. Die Laubwaldgesellschaften des Harzes. Angew. Pflanzensoziologie, Wien.
MEUSEL, H. 1954/55: Über die Wälder der mitteleuropäischen Löß-Ackerlandschaften. Wiss. Zeitschr. Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, 4, 1.
MEUSEL, H. 1955: Die Laubwaldgesellschaften des Harzgebietes. Wiss. Zeitschr. Martin-Luther-Univestiät Halle-Wittenberg, 4, 1.
MEUSEL, H., E. JÄGER u. E. WEINERT 1965: Vergleichende Chorologie der zentraleuropäischen Flora. 2 Bd. Jena.
MEUSEL, H. u. E. NIEMANN 1971: Der Silgen-Stieleichenwald (Selino-Quercetum roboris). Arch. Natursch. Landsch. Forschung 11.
MIKYŠKA, R. 1963: Die Wälder der ostböhmischen Tiefebene. Rozpr. Českol. Akad. Ved. 73, 15.
MIKYŠKA, R. 1972: Die Wälder der böhmischen mittleren Sudeten und ihre Vorberge. Rozpr. Českosl Akad. Ved. 82, 3.
MÖLLER, H. 1979: Das Chrysosplenio oppositifolii Alnetum glutinosae (MEIJ. DRESS 1930), eine neue Alno-Padion-Assoziation. Mitt. Flor.-soz. Arbeitsgem. N.F. 21. Göttingen.
MOLL, W. 1959: Bodentypen im Kreis Freiburg i. Br. Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. B. 49.
MOOR, M. 1947: Die Waldpflanzengesellschaften des Schweizer Juras und ihre Höhenverbreitung. Schweiz. Zeitschr. Forstw. 98.
MOOR, M. 1952: Die Fagion-Gesellschaften im Schweizer Jura. Beitr. Geobot. Landesaufn. Schweiz, 31. Bern.
MOOR, M. 1958: Pflanzengesellschaften schweizerischer Flußauen. Mitt. Schweiz. Anst. Forst. Versuchsw. 34.
MOOR, M. 1968: Der Linden-Buchenwald. Vegetatio 16.
MOOR, M. 1970: Adenostylo-Fagetum, Höhenvikariant des Linden-Buchenwaldes. Bauhinia 4.
MOOR, M. 1972: Versuch einer soziologisch-systematischen Gliederung des Carici-Fagetum. Vegetatio 24.
MOOR, M. 1975: Ahornwälder im Jura und in den Alpen. Phytocoenologia 2, 3 – 4.
MOOR, M. 1975: Die soziologisch-systematische Gliederung des Hirschzungen-Ahornwaldes. Beitr. naturk. Forsch. Südw.-Dtl. 34.
MOOR, M. 1978: Die Klasse der Eschen-Buchenwälder (Fraxino-Fagetea). Phytocoenologia 4,4.
MOOR, M. 1979: Das Felsenbirnen-Gebüsch (Cotoneastro-Amelanchieretum), eine natürliche Mantelgesellschaft im Jura. Phytocoenologia 6.
MORAVEC, J. 1974: Zusammensetzung und Verbreitung des Dentario enneaphylli-Fagetum in der Tschechoslowakei. Folio Geobot. phytotax. 9.
MORAVEC, J. u. R. NEUHÄUSL 1976: Geobotanical map of the Czech Socialiste Republic. Map of the reconstructed natural vegetation 1:1 000 000. Praha.
MORAVEC, J. 1977: Die submontanen krautreichen Buchenwälder auf Silikatböden der westlichen Tschechoslowakei. Folio Geobot. phytotax 12.
MORAVEC, J. 1979: Das Violo reichenbachianae-Fagetum, eine neue Buchenwaldassoziation. Phytocoenologia 6.
MRÁZ, K. 1958: Beitrag zur Kenntnis der Stellung des Potentillo-Quercetum. Arch. Forstw. 7.
MÜLLER, TH. u. S. GÖRS 1958: Zur Kenntnis einiger Auenwaldgesellschaften im Württembergischen Oberland. Beitr. Naturk. Forsch. Südw.-Deutschl. 17.
MÜLLER, TH. 1966: Vegetationskundliche Beobachtungen im Naturschutzgebiet Hohentwiel. Veröffent. Landesst. Naturschutz, Landschaftspflege Baden-Württemberg 34.
MÜLLER, TH. 1967: Die geographische Gliederung des Galio-Carpinetum und des Stellario-Carpinetum in Südwestdeutschland. Beitr. Naturk. Forsch. Südw. Dtschl. 26.
MÜLLER, TH., E. OBERDORFER u. G. PHILIPPI 1974: Die potentielle natürliche Vegetation von Baden-Württemberg. Beih. Veröff. Landesstelle f. Naturschutz und Landschaftspflege Baden-Württemberg 6.
MÜLLER, TH. 1975: Natürliche Fichtengesellschaften der Schwäbischen Alb. Beitr. Naturk. Forsch. Südw. Dtl. 34.
MÜLLER, TH. 1977: Buchenwälder mit der Fliederzahnwurz (Dentaria heptaphylla) in Südwestdeutschland. Mitt. Flor.-soz. Arbeitsgem. N.F. 19, 20, Todenmann
MÜLLER, TH. 1980: Der Scheidenkronwicken-Föhrenwald (Coronillo-Pinetum) und der Geißklee-Föhrenwald (Cytiso-Pinetum) auf der Schwäbischen Alb. Phytocoenologia, 7.

NEUHÄUSL, R. 1969: Phytozönotische Untersuchung der Tschechoslowakischen Buchenwälder. Vegetatio 10.
NEUHÄUSL, R. 1977: Comparative ecological study of European Oak-Hornbeam forests. Naturaliste Can. Ottawa 104.
NEUHÄUSL, R., u. Z. NEUHÄUSLOVÁ-NOVOTNÁ 1967: Syntaxonomische Revision der azidophilen Eichen- und Eichenmischwälder im westlichen Teil der Tschechoslowakei. Folia Geobot. phytotac. bohem. 2.
NEUHÄUSL, R., u. Z. NEUHÄUSLOVÁ-NOVOTNÁ 1968: Mesophile und subxerophile Waldgesellschaften Mittelböhmens. Prag.
NEUHÄUSL, R., u. Z. NEUHÄUSLOVÁ-NOVOTNÁ 1968: Übersicht der Carpinion-Gesellschaften der Tschechoslowakei. Feddes Repert. 78.
NEUHÄUSL, R., u. Z. NEUHÄUSLOVÁ-NOVOTNÁ 1969: Die Laubwaldgesellschaften des östlichen Teils der Elbeebene, Tschechoslowakei. Folia Geobot. phytotax. Praha, 4.
NEUHÄUSL, R., u. Z. NEUHÄUSLOVÁ-NOVOTNÁ 1971: Carpinion-Gesellschaften in Mittel- und Nordmähren. Fol. Geobot. phytotax. 7, Praha.
NEUHÄUSL, R., u. Z. NEUHÄUSLOVÁ-NOVOTNÁ 1972: Kiefernwälder des Sandsteingebietes Mastale bei der Gemeinde Prosec (Ostböhmen) und ihre Kontaktgesellschaften. Preslia, Praha.
NEUHÄUSL, R., u. Z. NEUHÄUSLOVÁ-NOVOTNÁ 1973: Einige Gedanken zur systematischen Gliederung mitteleuropäischer Eichen-Hainbuchenwälder. Acta Bot. Acad. Scient. Hung. 19.
NEUHÄUSL, R., u. Z. NEUHÄUSLOVÁ-NOVOTNÁ 1977: Jahreszeitliche Dynamik in Auen- und Eichen-Hainbuchenwäldern. Preslia, Praha 49.
NEUHÄUSL, R., u. Z. NEUHÄUSLOVÁ-NOVOTNÁ 1977: Cynancho-Quercetum (PASSARGE) in den tschechischen Ländern. Studia phytologia in honorem jubilantis A. O. HORVAT.
NEUHÄUSL, R., u. Z. NEUHÄUSLOVÁ-NOVOTNÁ 1979: Synökologische Differenzierung der natürlichen Waldgesellschaften des Zelezny-hory-Gebirges (Ostböhmen). Phytocoenologia, 6.
NEUHÄUSL, R., u. Z. NEUHÄUSLOVÁ-NOVOTNÁ 1965: Waldgesellschaften der Elbe- und Egerauen. Vegetace ČSSR A 1, Prag.
NEUHÄUSL, R., u. Z. NEUHÄUSLOVÁ-NOVOTNÁ 1972: Beitrag zur Kenntnis des Stellario-Alnetum glutinosae (MIKYŠKA 1944) LOHMEYER 1957 in der Tschechischen Soz. Republik ČSSR), Prag.
NEUHÄUSL, R., u. Z. NEUHÄUSLOVÁ-NOVOTNÁ 1974: Beitrag zur Kenntnis des Arunco silvestris-Alnetum glutinosae in der Tschechischen Soz. Republik. (ČSSR). Folia Geobot. Phytotax. Praha, 9.
NEUHÄUSL, R., u. Z. NEUHÄUSLOVÁ-NOVOTNÁ 1977: Beitrag zur Kenntnis des Carici remotae-Fraxinetum in der Tschechischen Soz. Republik. Folio Geobot. Phytotax, 12. Praha.
NEUHÄUSL, R., u. Z. NEUHÄUSLOVÁ-NOVOTNÁ 1973: Beitrag zur Kenntnis der Carpinion-Gesellschaften im subkontinentalen Teil Europas. Preslia 43, Praha.
NIKLFELD, H. 1974: Atlas der Donauländer. Karte 171: Natürliche Vegetation, 1:200 000. Wien.
NOIRFALISE, A. 1968: Le Carpinion dans l'Quest de l'Europe. Feddes Repert. 79.
OBERDORFER, E. 1953: Der europäische Auenwald. Beiträge zur naturkundlichen Forschung in Südwestdeutschland. 12,1.
ODERDORFER, E. 1957: Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Pflanzensoziologie 10, Jena.
OBERDORFER, E. 1964: Das Strauchbirkenmoor (Betulo-Salicetum repentis) in Osteuropa und im Alpenvorland. Beiträge zur Phytologie.
OBERDORFER, E. et al. 1967: Systematische Übersicht der westdeutschen Phanerogamen- und Gefäß-Kryptogamen-Gesellschaften. Schriftenr. Vegetationskunde, Bad Godesberg 2.
OBERDORFER, E. 1972: Die systematische Gliederung xerothermer Saum-Busch- und Waldgesellschaften. Karlsruhe.
OBERDORFER, E. et al. 1977: Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Teil II, Stuttgart.
OBERDORFER, H. u. TH. MÜLLER 1979: Pflanzensoziologische Exkursionsflora. 4. Auflage, Stuttgart, 3. Aufl. 1970.
OZENDA, P. et al. 1979: Carte de la végétation des Etats-Membres du Conseil de l'Europe. Collection Sauvegarde de la Nature, 16, Strasbourg.
OZENDA, P. 1979: Sur la correspondance entre les hêtraies médio-européennes et les hêtraies atlaniques et subméditerranéennes. Documents phytoscoc. 4, Lille.
PASSARGE, H. 1953: Waldgesellschaften des mitteldeutschen Trockengebietes. Arch. Forstw. 2.
PASSARGE, H. 1956: Die Wälder des Oberspreewaldes. Archiv Forstw. 5/1–2.
PASSARGE, H. 1956: Die Wälder von Magdeburgerforth (NW-Fläming). Wiss. Abhdlg. 18. Deutsche Akad. Landwirtschaftsw. Berlin.
PASSARGE, H. 1956: Vegetationskundliche Untersuchungen in Wäldern und Gehölzen der Elbeaue. Archiv Forstw. 5.
PASSARGE, H. 1957: Waldgesellschaften des nördlichen Havellandes. Wiss. Abh. Dt. Akad. Landw. Berlin, 26.
PASSARGE, H. 1959: Vegetationskundliche Untersuchungen in den Wäldern der Jungmoränenlandschaft um Dargun/Ostmecklenburg. Archiv Forstw. 8.

PASSARGE, H. 1963: Zur soziologischen Gliederung von Kiefernwäldern im nordöstlichen Mitteleuropa. Archiv f. Forstw. 12.
PASSARGE, H. 1963: Übersicht über die wichtigsten Vegetationseinheiten Deutschlands. In: SCAMONI, A.: Einführung in die praktische Vegetationskunde 2. Aufl. Jena.
PASSARGE, H. 1965: Beobachtungen über die soziologische Gliederung baltischer Buchenwälder in S-Schweden. Archiv Forstw. 14.
PASSARGE, H. 1966: Zur soziologischen Gliederung baltischer Buchenwälder in Jütland. Archiv Forstw. 15.
PASSARGE, H. u. G. HOFMANN 1968: Pflanzengesellschaften des nordostdeutschen Flachlandes II, Pflanzensoziologie 16, Jena.
PASSARGE, H. u. C. HOFMANN 1968: Zur soziologischen Gliederung nordmitteleuropäischer Hainbuchenwälder. Feddes Repert. 78.
PASSARGE, H. 1968: Neue Vorschläge zur Systematik nordmitteleuropäischer Waldgesellschaften. Feddes Repert. 77.
PASSARGE, H. 1969: Zur soziologischen Gliederung wichtiger Wald- und Forstgesellschaften im Lausitzer Flachland. Abh. Ber. Naturkundemuseum Görlitz. 44, 10.
PASSARGE, H. 1971: Zur soziologischen Gliederung mitteleuropäischer Fichtenwälder. Feddes Repert. 81.
PASSARGE, H. 1977: Potentillo-Quercetum s.l. an der NW-Grenze. Studia phytologia in honorem jubilantis A. O. HORVAT.
PASSARGE, H. 1978: Über Erlengesellschaften im Unterharz. Hercynia N.F. 15, Leipzig.
PASSARGE, H. 1980: Über mesophile Fagetalia-Säume im Süd-Harz. Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem. N.F. 22.
PETERMANN, R. u. P. SEIBERT 1979: Die Pflanzengesellschaften des Nationalparks Bayerischer Wald mit einer farbigen Vegetationskarte. Nationalpark Bayerischer Wald, 4.
PFADENHAUER, J. 1969: Edellaubholzreiche Wälder im Jungmoränengebiet des Bayerischen Alpenvorlandes und in den Bayerischen Alpen. Diss. Bot. 3, Lehre.
PFADENHAUER, J. 1973: Versuch einer vergleichend-ökologischen Analyse der Buchen-Tannenwälder des Schweizer Jura (Weissenstein und Chasseral). Veröff. Geobot. Inst. ETH, Rübel, Zürich 50.
PIOTROWSKA, H. 1955: Les associations forestières de l'île Wolin. Travaux de commission biologique 16, Warszawa..
REHDER, H. 1962: Der Girstel – ein natürlicher Föhrenwaldkomplex am Albis bei Zürich. Ber. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich 33.
REINHOLD, F. 1939: Versuch einer Einteilung und Übersicht der natürlichen Fichtenwälder (Piceion excelsae) Sachsens. Thar. Forstl. Jb. 90.
REINHOLD, F. 1949: Zusammensetzung und Aufbau eines natürlichen Eichen-Buchenwaldes auf der Baar bei Donaueschingen. Forstw. Cbl. 68.
RICHARD, J. L. 1961: Fes forêts acidophiles du Jura. Beitr. geobot. Landesaufn. Schweiz, 38.
RICHARD, J. L. 1966: Les forêts naturelles d'épiceas et des pins de montagne du Jura. Bull. soc. neuchateloise naturelles 89.
RICHARD, J. L. 1972: La végétation des crêtes rocheuses du Jura. Ber. Schweiz. Bot. Ges. 82.
RICHARD, J. L. 1974: Note sur les forêts feuillues acidophiles de Suisse. Colloques Phytosociologiques 3, Lille.
ROCHOW, M. v. 1951: Die Pflanzengesellschaften des Kaiserstuhls. Pflanzensoziologie, 8. Jena.
RUBNER, K. u. F. REINHOLD 1953: Das natürliche Waldbild Europas als Grundlage für einen europäischen Waldbau. Hamburg – Berlin.
RUBNER, K. 1954: Die Roterlengesellschaften der oberbayerischen Grundmoräne. Forstarchiv, 25.
RUBNER, K. 1960: Die pflanzengeographischen Grundlagen des Waldbaues. 5. Auflage. Radebeul – Berlin.
RÜHL, A. 1954: Das südliche Leinebergland. Eine floristisch-vegetationskundliche und pflanzengeographische Studie. Pflanzensoziologie 9.
RÜHL, A. 1954: Ein Beitrag zur Kenntnis der Trockenwälder und wärmeliebenden Waldgesellschaften Süddeutschlands. Angew. Pflanzensoziol. (Wien), Festschr. AICHINGER 1.
RÜHL, A. 1960: Über die Waldvegetation der Kalkgebirge nordwestdeutscher Mittelgebirge. Decheniana, 8, Bonn.
RÜHL, A. 1964: Vegetationskundliche Untersuchungen über die Bachauenwälder des Norddeutschen Berglandes. Decheniana, 116.
RÜHL, A. 1967: Das Hessische Bergland. Eine forstlich-vegetationsgeographische Übersicht. Bad Godesberg.
RÜHL, A. 1973: Waldvegetationsgeographie des Weser-Leineberglandes. Göttingen – Hannover.
RUNGE, F. 1950: Vergleichende pflanzensoziologische und bodenkundliche Untersuchungen von bodensauren Laubwäldern im Sauerland. Abh. Landesmus. Naturk. Prov. Westfalen 13.
SAMEK, V. 1957: Waldgesellschaften des Erzgebirges. Zprávy výsk. ústavú lesnickych ČSR 12.
SAMEK, V. 1959: Höhenstufen und Stufenumkehr der Vegetation mit besonderer Rücksicht auf die Fichtenvorkommen im Pr. Ust. ČSSR. 17

SCAMONI, A. et al. 1953: Karte der natürlichen Vegetation. In.: Klimaatlas der Deutschen Demokratischen Republik. Berlin.
SCAMONI, A. 1954: Der baltische Buchenmischwald als pflanzengeographische Erscheinung. Angewandte Pflanzensoziologie. 1, Wien.
SCAMONI, A. 1954: Die Waldvegetation des Unterspreewaldes. Archiv. Forstw. 3.
SCAMONI, A. 1954: Waldgesellschaften und Waldstandorte. Dargestellt am Gebiet des Diluviums der Deutschen Demokratischen Republik. Berlin.
SCAMONI, A. 1956: Das Melico-Fagetum im baltischen Buchenmischwald. Forstarchiv. 27.
SCAMONI, A. 1958: Natürliche Waldgebiete der Deutschen Demokratischen Republik. Archiv für Forstwesen, 7.
SCAMONI, A. 1960: Waldgesellschaften und Waldstandorte. Berlin.
SCAMONI, A. 1961: Der märkische Kiefern-Traubeneichenwald (Calamagrostido-Quercetum) als pflanzengeographische Erscheinung. Arch. f. Forstw. 10.
SCAMONI, A. 1963: Einige Vergleiche zwischen der temperaten und der borealen Waldvegetation. Ber. geobot. Inst. ETH Stiftung Rübel, Zürich 34.
SCAMONI, A. et al. 1964: Karte der natürlichen Vegetation der Deutschen Demokratischen Republik (1:500 00) mit Erklärungen. Feddes Repert. 141.
SCAMONI, A. 1965: Vegetationskundliche Untersuchungen in mecklenburgischen Waldschutzgebieten. Natur Meckl. Stralsund – Greifswald 3.
SCAMONI, A. 1967: Der Waldmeister-Buchenwald (Asperulo-Fagetum). Bot. Jb. 86.
SCAMONI, A. 1975: Die Wälder um Chorin. Vegetation und Grundlagen für die Erschließung und Pflege eines Landschaftsschutzgebietes. Naturschutzarbeit in Berlin und Brandenburg. Beih. 4, Potsdam – Frankfurt (Oder).
SCHLÜTER, H. 1955: Das Naturschutzgebiet Strausberg. Vegetationskundl. Monographie einer märkischen Jungdiluviallandschaft. Feddes Repert. Beih. 135.
SCHLÜTER, H. 1959: Relative Standortskonstanz bei Waldgesellschaften in verschiedenen Höhenstufen des nordwestlichen Thüringer Waldes. Ber. Dt. Bot. Ges. 72.
SCHLÜTER, H. 1959: Waldgesellschaften und Wuchsbezirksgliederung im Grenzbereich der Eichen-Buchen- zur Buchenstufe am Nordwestabfall des Thüringer Waldes. Archiv Forstw. 8.
SCHLÜTER, H. 1961: Geobotanische Grundlagen einer Höhenstufen- und Wuchsbezirksgliederung im Thüringer Wald. Archiv Forstw. 10.
SCHLÜTER, H. 1969: Das Calamagrostio-Piceetum des Thüringer Waldes im Vergleich zu anderen Mittelgebirgen. Vegetatio 17.
SCHMID, E. 1961: Erläuterungen zur Vegetationskarte der Schweiz. Beitr. z. geobot. Landesaufn. d. Schweiz, 39.
SCHMITHÜSEN, J. 1973: Begründung von Naturwaldzellen im Staatswald des Saarlandes. Faunistisch-floristische Notizen aus dem Saarland 6.
SCHRETZENMAYR, M. 1961: Die Leitgesellschaft. Eine vegetationskundliche Arbeitshypothese im Rahmen der forstlichen Standortskartierung. Archiv Forstw. 10.
SCHROEDER, F.-G. 1973: Westerhof, ein natürliches Fichtenvorkommen westlich des Harzes. Mitt. Dt. Dendrolog. Ges. 66.
SCHUBERT, R. 1972: Übersicht über die Pflanzengesellschaften des südlichen Teils der DDR III. Wälder. Hercynia NF. 9. Leipzig.
SCHÜTT, P. 1981: Ursache und Ablauf des Tannensterbens. Forstw. Cbl. 100.
SCHWICKERATH, M. 1944: Das Hohe Venn und seine Randgebiete. Pflanzensoz. Jena, 6.
SCHWICKERATH, M. 1953: Hohes Venn, Zitterwald, Schneifel und Hunsrück, ein vegetations-, boden- und landschaftskundlicher Vergleich der vier westlichen Waldgebirge des Rheinlandes und seines Westrandes. Mitt. flor. soz. Arbeitsgem. N.F. 4.
SEIBALD, O. 1980: Zur Kenntnis von eschen- und sommerlindenreichen Standortgesellschaften im Wuchsbezirk Südwestliche Donaualb (Schwäbische Alb). Forstw. Cbl. 99.
SEIBERT, P. 1954: Die Wald- und Forstgesellschaften im Graf Görtzischen Forstbezirk Schlitz. Angewandte Pflanzensoziologie 9, Stolzenau.
SEIBERT, P. 1958: Die Pflanzengesellschaften im Naturschutzgebiet „Pupplinger Au". Landsch.Pflege u. Vegetationskunde 1, München.
SEIBERT, P. 1962: Die Auenvegetation der Isar nördlich von München und ihre Beeinflussung durch den Menschen. Landschaftspflege und Vegetationskunde 3, München.
SEIBERT, P. 1966: Kiefernwälder des Erico-Pinion im Bayerischen Alpenvorland. Angew. Pflanzensoziologie 18/19, Wien.
SEIBERT, P. 1968: Übersichtskarte der natürlichen Vegetationsgebiete von Bayern 1:500 000 und Erläuterungen. Schr.Reihe Vegetationskunde 3, Bad Godesberg.

SEIBERT, P. 1969: Über das Aceri-Fraxinetum als vikariierende Gesellschaft des Galio-Carpinetum am Rande der Bayerischen Alpen. Vegetatio 17.
SEIBERT, P. 1973: Waldgesellschaften nasser Standorte am Alpenrand. In: LANDOLT, E.: Pflanzengesellschaften nasser Standorte in den Alpen und Dinariden. Veröff. Geobot. Inst. ETH. Stiftung Rübel, 51, Zürich.
SEIBERT, P. u. J. HAGEN 1974: Zur Auswahl von Waldreservaten in Bayern. Forstw. Cbl. 93.
ŠERCELJ, A. 1970: Das Refugialproblem und die spätglaziale Vegetationsentwicklung im Vorfeld des Südostalpenraumes. Mitt. Ostalp.-Dinar. Arbeitsgem. 10.
SLAVÍKOVÁ, J. 1958: Einfluß der Buche (Fagus sylvatica L.) als Edifikator auf die Entwicklung der Krautschicht in Buchenphytozönosen. Preslia 30.
SISSINGH, G. 1970: Dänische Buchenwälder. Vegetatio 21.
STAMM, E. 1938: Die Eichen-Hainbuchenwälder der Nordschweiz. Beitr. Geobot. Landesaufn. Schweiz, 22.
STEFFEN, H. 1931: Vegetationskunde von Ostpreußen. Pflanzensoziologie, 1 Jena.
STÖCKER, G. 1967: Der Karpatenbirken-Fichtenwald des Hochharzes. Pflanzensoziologie, 15 Jena.
STREITZ, H. 1967: Bestockungswandel in Laubwaldgesellschaften des Rhein-Main-Tieflandes und der Hessischen Rheinebene. Diss. Univ. Göttingen.
TIMBAL, J. 1973: La végétation de la forêt de Sainte-Hélène (Vosges.). Vegetatio 27.
TIMM, R. 1930: Die Frostschäden des Winters 1928/29 in Nordwestdeutschland. Mitt. Flor.-Soziol. Arbeitsg. Niedersachsen 2.
TRAUTMANN, W. 1952: Pflanzensoziologische Untersuchungen der Fichtenwälder des Bayerischen Waldes. Forstw. Cbl. 71.
TRAUTMANN, W. 1957: Natürliche Waldgesellschaften und nacheiszeitliche Waldgeschichte des Egge-Gebirges. Mitt. flor.-soz. Arbeitsgemeinschaft, 6.
TRAUTMANN, W. u. W. LOHMEYER 1960: Gehölzgesellschaften in der Fluß-Aue der mittleren Ems. Mitt. flor.-soz. Arbeitsg. N.F. 8.
TRAUTMANN, W. 1969: Zur Geschichte des Eichen-Hainbuchenwaldes im Münsterland auf Grund pollenanalytischer Untersuchungen. Schriftenreihe f. Vegetationskunde 4.
TRAUTMANN, W. et al. 1973: Vegetationskarte der Bunderepublik Deutschland 1:200 000 – potentielle natürliche Vegetation Blatt CC 5502 Köln. Schriftenreihe f. Vegetationskunde, 6, Bad Godesberg.
TRAUTMANN, W. 1976: Stand der Auswahl und Einrichtung von Naturwaldreservaten in der Bundesrepublik Deutschland. Natur und Landschaft 51, Stuttgart.
TREPP, W. 1947: Der Lindenmischwald (Tilieto-Asperuletum taurinae). Beitr. Geobot. Landesaufn. Schweiz. 27.
TROLL, K. 1925: Ozeanische Züge im Pflanzenkleid Mitteleuropas. Aus: Freie Wege vergleichender Erdkunde.
TÜXEN, R. 1937: Die Pflanzengesellschaften Nordwest-Deutschlands. Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem. Niedersachsen 3. 2. Aufl. 1977.
TÜXEN, R. 1954: Über die räumliche, durch Relief und Gestein bedingte Ordnung der natürlichen Waldgesellschaften am nördlichen Rande des Harzes. Vegetatio 5/6.
TÜXEN, R. 1956: Die heutige potentielle natürliche Vegetation als Gegenstand der Vegetationskartierung. Angew. Pflanzensoziologie, 13. Stolzenau.
TÜXEN, R. 1957: Der Geißbart-Schwarzerlenwald (Arunco-Alnetum glutinosae. KÄSTNER 1978). Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem. N.F. 6/7.
TÜXEN, R. 1960: Zur Systematik der west- und mitteleuropäischen Buchenwälder. Bull. Inst. agr. Stat. Rech., Gembloux, 2.
TÜXEN, R. 1966: Die Lüneburger Heide, Werden und Vergehen einer Landschaft. Anthropogene Vegetation.
TÜXEN, R. 1973: Zum Birken-Anflug im Naturschutzpark Lüneburger Heide. Eine pflanzensoziologische Behandlung. Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem. N.F. 15/6, Todenmann.
TÜXEN, R. u. T. OHBA 1975: Zur Kenntnis von Bach- und Quell-Erlenwäldern (Stellario-nemori-Alnetum glutinosae und Ribo sylvestris-Alnetum glutinosae). Beitr. naturk. Forsch. Südw.-Dtl. 34.
VYSKOT, M. 1968: Erforschung der Struktur des Urwaldes Boubin und der Prozesse der natürlichen Verjüngung. Lesnická práce 47, 5.
VYSKOT, M. et al. 1981: Československé Pralesy. Praha.
WALTER, H. – E. 1953: Das Gesetz der relativen Standortskonstanz, das Wesen der Pflanzengesellschaften. Ber. Dt. Bot. Ges. 66.
WALTER, H. u. H. STRAKA 1970: Arealkunde. 2. Aufl. Stuttgart.
WATTENDORF, J. 1964: Über Hartholz-Auenwälder im nordwestlichen Münsterland (Kreis Steinfurt/Westfalen). Abh. Landesmus. Naturk. Münster/Westfalen, 26.
WECK, J. u. C. WIEBECKE 1961: Weltforstwirtschaft und Deutschlands Forst- und Holzwirtschaft. München – Bonn – Wien.
WENDELBERGER-ZELINKA, E. 1952: Die Vegetation der Donauauen bei Wallsee. Schr. Oberösterr. Landesbaudirektion 11.

Wendelberger, G. 1954: Steppen, Trockenrasen und Wälder des Pannonischen Raumes. Angew. Pflanzensoz. Wien 1.
Wendelberger, G. 1960: Auwaldtypen in Österreich. Schweiz. Zeitschr. Forstw. 111.
Willmans, O. 1977: Verbreitung, Soziologie und Geschichte der Grünerle (Alnus viridis [Chaix.]) DC. im Schwarzwald. Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem. N.F. 19/20, Todenmann.
Wojterski, T. 1963: Wetpine-woods in the West Kashubian coastal region. Badan. Fizjograf. Polska Zachodnia, 12.
Wojterski, T. 1964: Pine forests on sand dunes at the polish Baltic coast. Poznaw. Soc. Friends of Sci. Dep. Math., Nat. Sci. Sect. Biol. 2.
Wolter, M. u. H. Dierschke 1975: Laubwald-Gesellschaften der nördlichen Wesermünder Geest. Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem. N.F. 18.
Zeidler, H. 1953: Die Waldgesellschaften des Frankenwaldes. Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem. N.F. 4.
Zeidler H. u. R. Straub 1967: Waldgesellschaften mit Kiefern in der heutigen potentiellen natürlichen Vegetation des mittleren Maingebietes. Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem. N.F. 11/12.
Zierl, H. 1972: Der Hochwald, Untersuchungen über die Fichtenbestände in den Hochlagen des Bayerischen Waldes. Beih. Forstw. Cbl. 33.
Zukrigl, K. 1973: Montane und subalpine Waldgesellschaften unter mitteleuropäischem, pannonischem und illyrischem Einfluß. Mitt. Forstl. Bundesversuchsanst. Wien 101.
Zukrigl, K. 1978: Waldreservate in Deutschland – und in Österreich? Natur und Land, 64.

Westeuropäische Laubwaldregion

Abbayes, H. des 1954: Le chêne-vert (Quercus ilex L.) et son cortège méditerranéen sur la littoral sud-ouest du massiv armoricain. Vegetatio 5–6.
Allorge, P. 1941: Essai de synthèse phytogéographique du Pays Basque. Bull. Soc. Bot. France, 88, Paris.
Barkmann, J. J. 1975: Le Dicrano-Quercetum, nouvelle association des chênaies acidophiles aux Pays-Bas. Colloques phytosoc., 3, Lille.
Baudière, A. 1970: Recherches phytogéographiques sur la bordure méridionale du Massif Central français. Les monts de l'Espinouze I: Le climat et les formations forestières. Thèse Fac. Sci. Montpellier.
Baudière, A. 1975: Les hêtraies acidophiles des monts de l'Espinouze (Cévennes occidentales). Colloques phytosoc., 3, Lille.
Baudiére, A. 1975: Contribution à l'étude structurelle des forêts des Pyrénées orientales: Hétraies et Chênaies acidophiles. Colloques phytosoc., 2, Lille.
Beaulieu, J.-L. de 1969: La vegetation dans les Alpes meridionales et le Massif Central pendant le Tardiglaciaire et le Post-glaciaire. Etudes françaises sur le Quarternaire, INQUA, Paris.
Bellot, F. u. B. Casaseca 1953: El Quercetum suberis en el limite nordoccidental de su area. Anal. Inst. Bot. A. J. Cavanilles, 11.
Bodeux, A. 1954: La chênaie sessile de Haute Campine et sa lande de substitution. Vegetatio 5/6.
Bodeux, A. 1955: Alnetum glutinosae. Mitt. flor. soz. Arbeitsgem. N.F. 5 Stolzenau.
Bolos, A. 1949: Algunos datos sobre las comunidades vegetales de la Fageda de Jardà (Olot). Coll. Bot. 22, Barcelona.
Booth, T. C. 1974: Silviculture and management of high-risk forests in Great Britain. Irish Forestry, 31.
Booth, T. C. 1977: Windthrow hazard classification. Research Information. 22/77.
Braun-Blanquet, J. 1923: L'origine et le développement des flores dans le Massif Central de France. Paris – Zürich.
Braun-Blanquet, J. u. R. Tüxen 1952: Irische Pflanzengesellschaften. In: Lüdi, W. Die Pflanzenwelt Irlands. Veröff. Geobot. Inst. Rübel in Zürich, 25.
Braun-Blanquet, J., A. R. Pinto da Silva u. A. Rozeira 1956: Résultats de deux excursions géobotaniques à travers le Portugal septentrional et moyen. Agronomia lusitana, 18, Lisbonne (SIGMA 120, 1952).
Braun-Blanquet, J. 1967: La chênaie acidophile ibéro-atlantique (Quercion occidental) en Sologne. SIGMA, Montpellier. 178.
Braun-Blanquet, J. 1966/67: Vegetationsskizzen aus dem Baskenland mit Ausblicken auf das weitere Ibero-Atlantikum. II. Teil Vegetatio 14, 24.
Brown, J. M. 1953: Studies on british beechwood. Bull. 20., Forestry Commission, 4.
Bugnon, F. u. J. C. Rameau 1975: Les forêts acidophiles du Morvan. Colloques phytosoc., 3, Lille.
Burger, D. 1970: Forestry in the Netherlands. Wageningen.
Burnett, J.-H. et al. 1964: The vegetation of Scotland. Edinbourgh – London.

Carbiener, R. 1964: La détermination de la limite naturelle de la forêt par des critères pédologiques et géomorphologiques dans les hautes Vosges et dans le Massif Central. Compt. Rend. Acad. Sc. Paris, 258.
Carbiener, R. 1969: Subalpine primäre Hochgrasprärien im herzynischen Gebirgsraum Europas, mit besonderer Berücksichtigung der Vogesen und des Massif Central. Mitt. flor. soz. Arbeitsgem. Stolzenau, 4.
Clément, B., J.-C. Gloaguen u. J. Touffet 1975: Contribution à l'étude phytosociologique des forêts de Bretagne. Colloques phytosoc. 3, Lille.
Dagnelie, P., J. P. Huberty u. A. Noirfalise 1960: Recherches sur la productivité des hêtraies des macignos et des marnes du Bas-Luxembourg. Bull. Inst. Agr. et Stations Recherches de Gembloux 28/1.
Delelis, A. u. J. M. Géhu 1975: Rapport á la phytosociologie de quelques forêts thermo-acidophiles ligériennes et de leur stades d'altération. Colloques phytoscoc., 3, Lille.
Dethioux, M. 1978: Les chênaies à charme et Luzule blanche de l'Ardenne belge. Bull. Rech. Agron. Gembloux 13/1.
Doing, H. 1962: Systematische Ordnung und floristische Zusammensetzung niederländischer Wald- und Gebüschlandschaften. Diss. Wageningen.
Doing, H. 1975: Subdivision of the alliance Quercion robori-petraeae into Vaccinio-Quercion and Violo-Quercion. Colloques phytosoc. 3, Lille.
Duchaufour, P. 1948: Recherches écologiques sur la chênaie atlantique française. Ann. Ecole et Station Nancy 11/1.
Duchaufour, Ph. 1952: Die Klimaxböden der atlantischen Eichenwälder Frankreichs. Schweiz. Zeitschr. Forstw. 112.
Dumont, J.-M. 1975: Les anciens taillis à écorce de la région du Plateau des Tailles (Haute Ardenne Belge). Coll. phytosoc., 3, Lille.
Dupont, P. 1975: Le chêne tauzin et la végétation associée dans la province de Santander (Nord de l'Espagne). Colloques phytosoc., 3, Lille.
Durin, L., J. M. Géhu, A. Noirfalise u. N. Sougnez 1967: Les hêtraies atlaniques et leur essaim climatique dans le nord-ouest et l'ouest de la France. Bull. Soc. Bot. Nord France 20.
Duvigneaud, J. 1959: La forêt alluviale du Mont-Dieu (Ardennes). Vegetatio 8.
Duvigneaud, P. u. Danaeyer-De Smets 1970: In Reichle, E.: Analysis of Temperate Forest Ecosystems. Berlin-Heidelberg-New York.
Duvigneaud, P. 1971: Productivité des écosystèmes forestiers. UNESCO Paris.
Duvigneaud, J. 1975: Les chênaies acidophiles de la région liègeoise (Belgique). Colloques phytosco., 3, Lille.
Ellenberg, H. 1963: Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen 2. Auflage 1978, Stuttgart.
Florschütz, F. u. J. Menéndez 1962: Beitrag zur Kenntnis der quartären Vegetationsgeschichte Nordspaniens. Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich, 37.
Ford, E. D., D. C. Malcolm u. J. Atterson 1979: The ecology of even-aged forest plantations. Proceeding of the Meeting of Division 1. IUFRO, Edingbourgh September 1976.
Frileux, P. N. 1975: Contribution à l'étude des forêts acidophiles de Haute Normandie. Coll. phytosoc., 3, Lille.
Froment, A. et al. 1971: La chênaie mélangée calcicole de Virelles-Blaimont en Haute Belgique. Actes Coll. Bruxelles, Ecologie et conservation, 4, UNESCO.
Galoux, A. 1953: Le chênaie sessiliflore de Haute Campine. Stat. Rech. Groenendal, A/8.
Géhu, J. M. 1961: Les groupements végétaux du bassin de la Sambre française. Vegetatio, 10.
Géhu, J. M. 1975: La végétation des forêts caducifoliées acidophiles. Lille 1974. Coll. phytosoc., 3, Lille.
Géhu, J. M. u. J. Géhu: Les fourrés des sables littoraux du Sud-Quest de la France. Beitr. Naturk. Forsch. Südw.-Dtl. 34.
Gimingham, C. H. 1969: The interpretation of variation in northeuropean dwarf-shrub heath communities. Vegetatio 17.
Gimingham, E. H. 1976: Plantlife in the Woodland. In. Edlin: Forests of North-East Scotland. Edingbourgh.
Godwin, H. 1956: The History of the British Flora. Cambridge.
Grøn, A. H. 1942: Die Heideaufforstung in Jütland. Intersylva 2.
Gruber, M. 1978: La végétation des Pyrénées ariègeoises et catalanes occidentales. Thèse, Marseille.
Gruber, M. 1971: Les pelouses calcicoles orophiles et nordiques des étages subalpins de type médio-européen et alpin en Ariège et en Pyrénées catalanes occidentales. Ecologia mediterranea 4.
Guinier, Ph. 1938: Le sapin en Normandie. Bull. Comité des Forêts, 11.
Heal, O. W. 1979: Decomposition and nutrient release in even-aged plantations. In: The ecology of even-aged forest plantations. Edinbourgh.
Holmes, G. D. 1979: An introduction to forestry in upland Britain. In: The ecology of even-aged forest plantations. Edinbourgh.
Kormanik, P. 1979: Biological means of nutrient uptake in trees. In: The ecology of even-aged forest plantations. Edinbourgh.

KELLY, D. u. J. J. MOORE 1975: A preliminary sketch of the irish acidophilous oakwoods. Colloques phytosoc. 3, Lille.
KLÖZTLI, F. 1976: Eichen-, Edellaub- und Bruchwälder der Britischen Inseln. Schweiz. Zeitschr. Forstw. 125.
KLÖTZLI, F. 1976: Grenzen von Laubwäldern in Europa. Ber. Deutsch. Bot. Ges. 89.
LANDSBERG, H. E. 1970: World Survey of Climatology Vol. 5: Climates of Northern and Western Europe. Amsterdam – London – New York.
LANG, G. u. W. TRAUTMANN 1961: Zur spät- und nacheiszeitlichen Vegetationsgeschichte der Auvergne (Franz. Zentralmassiv). Flora 150.
LASCOMBES, G. 1944: La végétation des Picos de Europa. Les paysages forestiers. Bull. Soc. d'Hist. nat. 79, Toulouse.
LEBRUN, J., A. NOIRFALISE, P. HEINEMANN u. C. VANDEN BERGHEN 1949: Les associations végétales de Belgique. Bull. Soc. Roy. Bot. Belg. 82.
LEBRUN, D., A. NOIRFALISE u. N. SOUGNEZ 1955: Sur la flore et la végétation du territoire belge de la Basse-Meuse. Bull. Soc. Roy. Bot. Belg. 87.
LEJOLY-GABRIEL, M. 1973: Recherches phytosociologiques sur les forêts feuillues de la vallée de l'Our. Bull. Jard. Bot. Bruxelles 43.
LEMÉE, M. G. 1934: Sur l'alliance du hêtre ou Fagion dans le Perche et le Nord-Quest de la France. Comptes rendus des séances. Acad. Sc. 199. Paris.
LEMÉE, G. u. R. CARBIENER 1956: La végétation et les sols des volcans de la chaîne des Pays. Bull. Soc. Bot. France 103.
LEMÉE, G. 1978: La hêtraie naturelle de Fontainebleau (IBP): Structure et fonctionnemet des écosystèmes terrestres. Paris – New York – Barcelona – Milan.
LEMÉE, G. u. J.: Étude phytosociologique sur la Forêt de la Compté d'Auvergne (Puy-de-Dôme).
LEMOINE, B. 1971: Le pin maritime (Pinus pinaster) dans les Landes. In: P. DUVIGNEAUD. Productivité des écosystèmes forestiers. UNESCO Paris.
LOSA QUINTANA, J. M. 1975: Étude sociologique des chênaies galiciennes. Aspects écologiques du Quercus suber L. dans la province de Pontevedra. Colloques phytosoc., 3, Lille.
LÜDI, W. 1952: Die Pflanzenwelt Irlands (The flora and vegetation of Ireland). Veröff. Geobot. Inst. Rübel, Zürich, 25.
LÜDI, W. 1952: Fragmente zu Waldstudien in Irland. In: LÜDI, W.: Die Pflanzenwelt Irlands. Veröff. Geobot. Inst. Rübel, Zürich 25.
LÜDI, W. 1952: Die Standortsstetigkeit einiger irischer Gewächse aus mitteleuropäischem Blickpunkt gesehen. In: LÜDI, W.: Die Pflanzenwelt Irlands. Veröff. Geobot. Inst. Rübel, Zürich 25.
MAAS, F. M. 1959: Bronnen, bronbeken en bronbossen van Nederland, in het bijzonder van de Veluwezoom. Meded. Landbouwhogesch. Wageningen. 59.
MCVEAN, D. N. 1958: Snow cover and vegetation in the Scottish Highlands. Weather, 13.
MCVEAN, D. N. 1964: Woodland and Scrub. In: BURNETT, H. et al.: The vegetation of Scotland. Edinbourgh – London.
MALCOLM, D. C. 1976: Silvicultural problems in the conservation of natural scots pine (Pinus sylvestris L.) in Scotland. In: MAYER H.: Ecosystems, Wien.
MALCOLM, D. D. and W. P. STUDHOLME 1972: Yield and form in high elevation stands of sitka spruce and european larch in Scotland. Scottish Forestry 4/26.
MALCOLM, D. C. 1979: The future development of even-aged plantations: Silvicultural implications. In: The Ecology of even-aged forest plantations. Edinbourgh.
MALCOLM, D. C. 1980: Silvicultural problems on peatland. Waldbau unter ökologisch und wirtschaftlich extremen Bedingungen. IUFRO-Abtlg. 1 – Thessaloniki – Athen.
MATO IGLESIAS, C. 1968: Estudio de la vegetación del partido judicial de Caldas de Reyes. Dept. Bot. Fisiol. Vey. Univ. Madrid 1.
MATTHEWS, J. D., F. T. LAST u. D. T. SEAL 1979: The way ahead in research and practice. In: The ecology of even-aged forest plantations. Edinbourgh.
MAYER, H. 1979: Zur waldbaulichen Bedeutung der Tanne im mitteleuropäischen Bergwald. Forst- und Holzwirt 34.
MAYER, H. 1984: Waldbau, 3. Auflage. Stuttgart – New York.
MEUSEL, H., E. JÄGER u. F. WEINERT 1965: Vergleichende Chorologie der zentraleuropäischen Flora. Jena.
MIEGROET VAN M. 1976: Van bomen en bossen. 2 Bde. Antwerpen – Brüssel – Gent – Leuven.
MIEGROET VAN M. 1980: The initial stages of spontaneous forest regeneration on continental dunes and poorer sandy soils. Waldbau unter ökologisch und wirtschaftlich extremen Bedingungen. IUFRO-Abtlg. 1, Thessaloniki – Athen.
MIEGROET VAN M. 1981: Waldzustand und Waldbehandlung in Belgien Allg. Forstzeitschr. München.

Mlinšek, D. 1979: On the ecology of even-aged monocultures. In: The ecology of even-aged forest plantations. Edinbourgh.
Molinier, R. 1954: La hêtraie sans hêtre et l'etage du hêtres sans Hêtraie. Rev. Forest. françe. 3.
Neff, M. J. 1975:Woodland conservation in the Republic of Ireland. Colloques phytosoc., 3, Lille.
Noirfalise, A. 1956: La hêtraie ardennaise. Bulletin Inst. Agron. et Stations Rech. Gembloux 25.
Noirfalise, A. et N. Sougnez 1957: Les chênaies de l'Ardenne verviétoise. Pédologie 6.
Noirfalise, A. et A. Thill 1958: Les chênaies de l'Ardenne Centrale. Bull. Inst. Agr. et St. de Rech. Gembloux 24/4.
Noirfalise, A. 1960: Les érablières de ravin en Belgique. Bull. Jardin Bot. Bruxelles, 30.
Noirfalise, A. et N. Sougnez 1961: Les forêts riveraines de Belgique. Bull. Jard. Bot. Bruxelles 30.
Noirfalise, A. 1962: Influence de quelques types de forêt sur le bilan des eaux d'infiltration. La Technique de l'Eau. 6.
Noirfalise, A. 1962: La hêtraie calcicole et ses taillis de substitution. Bull. Inst. Agronomique Rech. Gembloux 30.
Noirfalise, A. u. N. Sougnez 1963: Les forêts du bassin de Mons. Pédologie 13/2.
Noirfalise, A. 1968: Le Carpinion dans l'ouest de l'Europe. Feddes Repert. 79.
Noirfalise, A. 1969: La chênaie mélangée à jacinte du domaine atlantique de l'Europe (Endymio-Carpinetum). Vegetatio 17.
Noirfalise, A., M. Dethioux u. P. de Zuttere 1971: Les bois de bouleau pubescent en Haute Belgique (Vaccinio-Betuletum pubescentis). Bull. Recherches Agron. Gembloux 6.
Noirfalise, A. u. A. Thill 1975: Les boisements d'épicéa et leurs types pédobotaniques en Ardenne. Beitrag Naturk. Forsch. SW-Deutschl.
Noirfalise, A. u. R. Vanesse 1977: La hêtraie naturelle à luzule blanche en Belgique (Luzulo-Fagetum). IRSIA, 13, Gembloux.
Nutter, W. L. 1979: Effects of forest plantation on the quantity, quality and timing of water supplies. In: The ecology of even-aged forest plantations. Edinbourgh.
Ozenda, P. 1964: Biogéographie végétale. Paris.
Ozenda, P. 1979: Vegetationskarte der Mitgliedsländer des Europarates. Strasbourg.
Pigott, C. D. 1969: The status of Tilia cordata and T. platyphyllos on the Derbyshire Limestone. J. Ecol. 57, Oxford.
Pinto da Silva, A. R. 1950: Os carvalhais da Serra do Gêres esbôço fitosociologica. Agronomia Lusitanica 12.
Pinto da Silva, A. R., A. N. Teles u. A. Rozeira 1958: First account of the limestone flora and vegetation of north-western Portugal, their climate and ecological significance. Boletin Sociedada Broteriana, 32.
Poor, E. M. u. D. N. McVean 1957: A new approach to Scottish mountain vegetation. Journal Ecology 45.
Pyatt, D. G. u. M. M. Craven 1979: Soil changes under even-aged forest plantations. In.: The ecology of even-aged forest plantations. Edingbourgh.
Rameau, J. C. 1974: Essai de synthèse sur les forêts des calcaires jurassiques du S. -E. du Bassin Parisien et de la Bourgogne. Thèse, Besançon.
Rameau, J. C. 1974: Essai de synthèse sur les groupements forestiers calcicoles de la Bourgogne et du sud de la Lorraine. Ann. Scient. Besançon 14.
Rameau, J.-C. u. J.-M. Royer 1975: Les forêts acidophiles du sud-est du Bassin Parisien. Colloques pyhtosoc. 3, Lille.
Rameau, J.-C. 1978: Notes sur la Carpinion „mesotrophe" du sud-est du Bassin Parisien et de Bourgogne. Documents phytosoc. 2, Lille.
Reichling, L. 1951: Les forêts du grès du Luxembourg. Gembloux.
Renault, J. 1978: Etude écologique des forêts de la Haute Sure (Grand-Duché de Luxembourg). Centre d'écologie for. et. rurale. 20 IRSIA.
Rivas-Martinez, S. 1964: Esquema de la vegetacion potencial y su corresspondencia con los suelos en la España peninsular. An. Inst. Bot. Cavanilles, 22.
Rivas-Martinez, S. 1975: Observaciones sobre la sintaxonomia de los bosques acidofilos europeos. Datas sobre la Quercetalia robori-petraeae en la Peninsula Iberica. Colloques phytosoc., 3, Lille.
Rogister, J. E. 1978: Het Quercion rob.-petr. (Malc. 1929). Br.-Bl. 1932 in België als ekologische en floristische gemeenschap. Station Recherches des Eaux et Forêts. Groenendaal 17.
Rogister, J. E. 1978: Bijdrage tot de ekologische klassering van de bosgesellschappen in de Vallei van de Ardense Semois. Station recherches Eaux et Forêts. Groenendaal-Hoeilaart, A, 18.
Roisin, P. u. A. Thill 1952/53: Aperçu de la végétation de quelques bois de la région sablo-limonéuse. Bull. Soc. Roy. For. d. Belgique 19.
Roisin, P. 1961: Reconnaissances phytosociologiques dans les hêtraies atlantiques. Bull. Inst. Agr. et Stat. Rech. Gembloux 29/30.

ROISIN, P. u. A. THILL 1962: Les forêts feuillues de la Famenne méridionale. Bull. Inst. Agr. et Stat. Rech. Gembloux 30.

ROISIN, P. 1969: Le domaine phytogéographique atlantique d'Europe. Gembloux.

RUBNER, H. 1960: Die Hainbuche in Mittel- und Westeuropa. Untersuchungen über die natürlichen Standorte und ihre Förderung durch die Mittelwaldwirtschaft. Veröff. Anst. dt. Landeskde. 121

RUBNER, K. u. F. REINHOLD 1953: Das natürliche Waldbild Europas. Hamburg – Berlin.

SCHWICKERATH, M. 1944: Das Hohe Venn und seine Randgebiete. Pflanzensoziologie 6. Jena.

SISSINGH, G. 1975: Forêts caducifoliées acidophiles dans les Pays-Bas (Quercion robori-petraeae). Colloques phytosoc. 3, Lille.

SMIDT, J. T. de 1977: Heathland vegetation in the Netherlands. Phytocoenologie 4/3.

SOUGNEZ, N. 1967: Les forêts de la Lorraine belge. Etude phytosociologique. Gembloux.

SOUGNEZ, N. 1973: La chênaie mélangée à bistorte de l'Ardenne (Polygono bistortae-Quercetum roboris). Bull. Jardin Bot. Nat. Belgique 43.

SOUGNEZ, N. 1975: Les chênaies silicoles de Belgique (Quercion robori-petraeae) (MALC 1929) Br.-Bl. 1932. Colloques Phytosoc., Lille.

SOUGNEZ, N. 1978: Les chênaies-charmaies du district calcaire Mosan. IRSIA 23, Gembloux.

SOUGNEZ, N. 1980: La hêtraie à luzule et la chênaie-charmaie de substitution dans le district Mosan Belge. Phytocoenologia, 7.

STEVEN, H. M. u. A. CARLISLE 1959: The native pinewoods of Scotland. Edinbourgh.

STRAKKA, H. 1949: Das Pflanzenkleid der Britischen Inseln. Nach TANSLEYS Werk über den Gegenstand. Erdkunde 3.

TANSLEY, A. G. 1939: The British islands and their vegetation. 2. Auflage 1965. Cambridge.

TIMBAL, J. 1975: Les rapports du Luzulo-Fagion et du Quercion robori-petraeae dans le nord-est de la France. Colloques phytosoc. 3, Lille.

TOMBAL, P. 1972: Etude phytocoenologique et esquisse macrobiocoenotique du proclimax forestier (Ilici-Fagetum) des Beaux-Monts de Compiègne (Oise-France). Bull. Soc. Bot. Nord France 25.

TOMBAL, P. 1975: Diagnose phytocoenologique des forêts proclimaciques acidophiles de la région Paris. Colloques phytosoc., 3, Lille.

TRAUTMANN, W. u. U. BOHN 1979: Vegetationsübersichtskarte von Westeuropa 1:3000000.

TÜXEN, R. 1937: Die Pflanzengesellschaften Nordwestdeutschlands. Mitt. Flor.-Soziol. Arbeitsgem. Niedersachsen 3.

TÜXEN, R. u. E. OBERDORFER 1958: Eurosibirische Phanerogamen-Gesellschaften Spaniens. Geobot. Inst. Rübel, Zürich, 32.

TÜXEN, R. 1960: Zur Systematik der west- und mitteleuropäischen Buchenwälder. Inst. Agron. Stat. Rech. Gembloux 2.

TÜXEN, R. 1975: Le Betulo-Qercetum de l'Allemagne du nord-ouest, est-il une véritable association ou non? Colloques phytosoc. 3, Lille.

TURNER, J. S. u. A. S. WATT 1939: The oakwoods (Quercetum sessiliflorae) of Killarney, Irleland. Journal of Ecology 27.

VANDEN BERGHEN, C. 1953: Contribution à l'étude des groupements végétaux notés dans la vallée de l'Ourthe en amont de Laroche-en-Ardenne. Bull. Roy. Bot. Belgique, 20.

VANDEN BERGHEN, C. 1963: Etude sur la végétation des Grandes Causses du Massif Central de France. Mem. Société Royale Bot. de Belgique, 1.

VOGEL-DANIELS, A. 1968: Die begrenzenden Standortsfaktoren für die Verbreitung der Fichte (Picea abies [L.] Karst.) im Westen Europas. Allg. Forst- und Jagdztg. 139.

WALTER, H. u. H. STRAKA 1970: Arealkunde. 2. Auflage, Stuttgart.

WATTS, A. S. 1926: Yew communities of the South Downs. Journal of Ecology 14.

WEBB, D. A. 1952: The flora and vegetation of Ireland. In: Die Pflanzenwelt Irlands. Veröff. Geobot. Inst. Rübel, Zürich, 25.

WESTHOF, V. 1925: Boden- und Vegetationskartierungen von Wald- und Forstgesellschaften im Quercion robori-petraeae-Gebiet der Veluwe – Niederlande. Ber. Int. Symp. Pflanzensoz.-Bodenkd. 9.

WESTHOF, V. et al. 1959: The vegetation of scottish pine-woodlands and dutch artificial coastal pine-forests with some remarks on the ecology of Listera cordata. Acta Bot. Nederl. 8.

ZAGWIJN, Q. H. u. S. JELGERSMA 1970: The coastal dunes of the Western Netherlands; geology, vegetational history and archeology. Mededelingen Rijksgeologische Dienst. 21.

AICHINGER, E. 1933: Vegetationskunde der Karawanken. Pflanzensoziologie 2, Jena.

ALLIER, C. u. V. BRESSET, 1980: Les hêtraies des Baronnies, des Préalpes de Digne et pays de Sogne. Ecologia mediterranae. 5.

ANTONIETTI, A. 1968: Le associazioni forestali dell'orizzonte del Cantone Ticino su substrati pedogenetici ricchi di carbonati. Mitt. Schweiz. Anst. Forstl. Versuchsw. 44/2.

ARCHILOQUE, A. u. L. BOREL 1965: Une sèrie rèsiduelle du genévrier thurifère dans les Alpes du Sud. Doc. Carte Végétation Alpes, Saint-Martin-d'Hères.

AUBERT, G., L. BOREL, A. LAVAGNE u. P. MOUTTE 1965: Feuille d'Embrun-Est (35-38) Doc. Carte Végétation, Alpes, 3.

AULITZKY, H. H. 1974: Über die Ursachen von Unwetterkatastrophen und den Grad ihrer Beeinflußung. Cbl. ges. Forstw. 85.

AULITZKY, H. 1977: Flächenkonsum in den Alpen und die Möglichkeiten einer schutzwasserbaulichen Absicherung. In: WOLKINGER, F: Natur und Mensch im Alpenraum. Graz.

BARBÉRO, M., M. GRUBER u. R. LOISEL 1971: Les forêts caducifoliées de l'étage collinéen de Provence, des Alpes Maritimes et de la Ligurie occidentale. Ann. Univ. de Provence, 45.

BARBÉRO, M. u. G. BONO 1970: Les sapinières des Alpes Maritimes de l'Anthion à la Ligurie et de la Stura au Tanaro. Veröff. Geobot. Inst. ETH-Zürich, 43, Rübel.

BARBÉRO, G., G. BONO u. P. OZENDA 1970: Confronto tra la vegetazione del versante settentrionale e quello meridionale delle Alpi Maritime e Liguri in rapporti ai fattori ecologici., Mitt. Ostalp.-dinar. Ges. Vegetkde. 11.

BARBÉRO, M. 1972: Etudes phytosociologiques et écologiques comparées des végétations orophiles alpines, subalpines et mésogéennes des Alpes Maritimes et Ligures. Thèse Univ. Marseille.

BARBÉRO, M., P. G. BONO, P. OZENDA u. G. P. MONDINO 1973: Carte écologique des Alpes au 1/100 000. Nice-Menton (R 21) et Vière-Cuneo (R 20). Doc. Cartographie écologique 12. Grenoble.

BARBÉRO, M. u. R. LOISEL 1974: Carte écologique des Alpes au 1/100 000. Feuille de Cannes (Q 22). Doc. Carthographie écologique 14, Grenoble.

BARBÉRO, M. u. P. QUÉZEL 1975: Végétation culminale du Mont Ventoux, sa signification dans une interprétation phytogéographique des Préalpes Méridionales. Ecologia mediterranea 1.

BARBÉRO, M., J. LEJOLY u. L. POIRION 1977: Carte écologique des Alpes au 1/100 000. Feuille de Castellane. Doc. Cartographie écologique 19, Grenoble.

BARBÉRO, M. 1979: Les remontées méditerranéennes sur le versant italien des Alpes. Ecologia mediterranea 4.

BARDEL, M. u. P. OZENDA 1974: Travaux scientifiques du Parc National de la Vanoise, 1-4, Chambery.

BARTOLI, C. 1961: Aperçu d'ensemble sur les groupements forestiers de la Haute-Maurienne. Bull. Soc. Bot. Fr. 108.

BARTOLI, C. 1966: Etudes écologiques sur les associations forestières de la Haute-Maurienne. Thèse Fac. Scient., Montpellier.

BARTOLI, C. 1967: Carte phytosociologique des forêts de la Haute-Maurienne. Doc. Carte Végétation Alpes, 5.

BAUMGARTNER, A. 1981: Klima eines Gebirges. In: Der Watzmann. Rundschau 2, Nationalpark Berchtesgaden.

BEUG, H.-J. 1967: Probleme der Vegetationsgeschichte in Südeuropa. Ber. Dt. Bot. Ges. 80.

BONO, G., M. BARBÉRO u. L. POIRON 1967: Groupements de «Pinus mugo« Turra (Pinus mughus Scop.) dans les Alpes maritimes et ligures. Allionia, 13.

BONO, G. 1969: La vegetazione della Valle Gesso (Alpi maritime). Doc. Carte Végétation Alpes, 7.

BONO, G. u. M. BARBÉRO 1976: Carta ecologica della provincia di Cuneo (Scala 1/100 000). Doc. Cartographie Écologique 17, Grenoble.

BRAUN-BLANQUET, J., N. ROUSSINE u. R. NÈGRE 1951: Les groupements végétaux de la France méditerranéenne. Centre National de la recherche scientifique. Montpellier.

BRAUN-BLANQUET, J., H. PALLMANN u. R. BACH 1964: Pflanzensoziologische und bodenkundliche Untersuchungen im schweizerischen Nationalpark und seinen Nachbargebieten. Ergebn. Wiss. Unters. Schweiz. Nationalpark, 4, 28, Chur.

BRAUN-BLANQUET, J. 1959: Zur Vegetation der Nordbündnerischen Föhntäler. Vegetatio 8.

BRAUN-BLANQUET, J. 1961: Die inneralpine Trockenvegetation – von der Provence bis zur Steiermark. Geobotanica selecta, 1. Stuttgart.

BURGER, H. 1950: Forstliche Versuchsflächen im schweizerischen Nationalpark. Mitt. Schweiz. Anst. forstl. Versuchsw. 26.

BURNAND, J. 1976: Quercus pubescens-Wälder und ihre ökologischen Grenzen im Wallis (Zentralalpen). Veröff. Geobot. Inst. ETH. Stiftung RÜBEL, 59, Zürich.

BURNAND, J. u. CHR. ROTH 1976: Etude phytosociologique des forêts de la réserve du Bois de Chênes (UD). Schweiz. Zeitschr. Forstw. 127.

CADEL, G. u. J.-CL. GILOT 1963: Feuille de Briançon (35/36). Doc. Végétation Alpes, 1, Grenoble.

CAJANDER, A. 1909: Über Waldtypen. Helsingfors.

CAMPELL, E. u. W. TREPP 1968: Vegetationskarte des schweizerischen Nationalsparks. Ergeb. wiss. Unters. schweizerischen Nationalpark, 9/58.

CSAPODY, I. 1964: Die Waldgesellschaften des Soproner Berglandes. Act. Bot. Acad. Sc. Hung. 10.

CZELL, A., H. M. SCHIECHTL, S. STAUDER u. R. STERN 1966: Erhaltung des Naturschutzgebietes «Großer Ahornboden« durch technische und biologische Maßnahmen. Jahrb. Verein Schutze Alpenpflanzen u. -tiere, 31.

DAFIS, SP. 1962: Struktur- und Zuwachsanalysen von natürlichen Föhrenwäldern. Beitr. Geobot. Landesaufn. Schweiz. 41.

DOBREMEZ, J. F., P. OZENDA, A. TONNEL, F. VIGNY, P. GENSAC, G. PAUTOU u. L. RICHARD 1974: Carte de la végétation potentielle des Alpes nord-occidentales (partie française). Doc. Cartographie écologique, 13, Grenoble.

DOBREMEZ, J. F. u. M. C. VARTANIAN 1974: Climatologie des séries de végétation des Alpes du nord. Doc. Cartographie écologique, 13.

EIBERLE, K. 1967: Das Urwaldreservat «Derborence». Holz-Zentralbl., Stuttgart.

ELLENBERG, H. u. H. REHDER 1962: Natürliche Waldgesellschaften der aufzuforstenden Kastanienflächen im Tessin. Schweiz. Zeitschr. Forstw. 113.

ELLENBERG, H. 1963/1978: Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. 2. Auflage 1978, Stuttgart.

ELLENBERG, H. u. F. KLÖTZLI 1972: Waldgesellschaften und Waldstandorte der Schweiz. Mitt. Schweiz. Anst. Forstl. Versuchsw. 48.

ETTER, H. 1943: Pflanzensoziologische und bodenkundliche Studien an schweizerischen Laubwäldern. Mitt. Schweiz. Anst. Forstl. Versuchsw. 23.

ETTER, H. 1947: Über die Waldvegetation am Südostrand des schweizerischen Mittellandes. Mitt. Schweiz. Anst. Forstl. Versuchsw. 25.

FAURE, CH. 1968: Feuille de Vif. Doc. Carte Végétation Alpes, 6.

FEHR, R. 1962: Der Urwald von Derborence (Kanton Wallis, Schweiz). Jahrb. Verein Schutze Alpenpflanzen und -tiere 27.

FELDNER, R. 1978: Waldgesellschaften, Wald- und Forstgeschichte und Schlußfolgerungen für die waldbauliche Planung im Naturschutzgebiet Ammergauer Berge. Diss. BOKU, Wien.

FIRBAS, F. 1949/52: Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte von Mitteleuropa nördlich der Alpen. Jena.

FLÜHLER, H. et al. 1981: Waldschäden im Walliser Rhônetal, Schweiz. Mitt. Eidgen. Anst. Forstl. Versuchsw. 57/4.

FRANZ, H. 1979: Ökologie der Hochgebirge. Stuttgart.

FREHNER, H. K. 1963: Waldgesellschaften im westlichen Aargauer Mittelland. Beitr. Geobot. Landesaufn. Schweiz, 44.

FURRER, E. 1961: Über «Windlöcher« und Kälteflora am Lauerzersee (Schwyz). Ber. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, 32.

FURRER, E. 1966: Kümmerfichtenbestände und Kaltluftströme in den Alpen der Ost- und Innerschweiz. Schweiz. Zeitschr. Forstw. 117.

GAMS, H. 1927: Von den Follatères zur Dent de Morcles. Beitr. Geobot. Landesaufn. Schweiz, 15.

GAMS, H. 1930: Über Reliktföhrenwälder und das Dolomitphänomen. Veröff. Geobot. Inst. ETH. Stiftung Rübel, 6.

GAMS, H. 1931: Das ozeanische Element in der Flora der Alpen. Jahrb. Verein Schutz Alpenpflanzen, 3.

GAMS, H. 1938: Die nacheiszeitliche Geschichte der Alpenflora. Jahrb. Verein Schutz Alpenpflanzen, 10.

GAUSSEN, H. 1970: Précipitations, température et végétation aux Alpes occidentales. Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich, 43.

GENSAC, P. 1964: Les pessières de Tarentaise. Etude phytogéographique et pédologique. Doc. Carte Végétation Alpes, 2.

GENSAC, P. 1967: Feuille Bourg-Saint-Maurice et de Moûtiers. Les groupements végétaux en contact des pessières de Tarantaise. Doc. Carte Végétation Alpes, 5.

GENSAC, P. 1970: Les pessières de Tarentaise comparées aux autres pessières alpestres. In: OZENDA-LANDOLT: Zur Vegetation und Flora der Westalpen. Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich, 43.

GENSAC, P. 1972: Notice explicative de la Carte écologique Moûtiers. Parc National de la Vanoise 1/100 000. Travaux scient. parc national de la Vanoise, 2.

GENSAC, P. 1974: Principes pour une cartographie de l'impact des activités humaines sur le milieu. Application à la carte de Môutiers – Parc national de la Vanoise au 1/100 000. Doc. cartographie écologique, 14, Grenoble,.

GENSAC, P. 1977: Sols et séries de végétation dans les Alpes nord-occidentales (partie française). Doc. Cartographie écologique, 19, Grenoble.

GIACOMINI, V. u. L. FENAROLI 1958: La Flora. Conosci l'Italia, Milano.

GILOT, J.-CL. 1972: Note sur la cembraie de Chamrousse (Isère) et la végétation environnante. Doc. carte végétation Alpes, 10.

GOBERT, J. u. G. PAUTOU 1969: Feuille de Vaison-la-Romaine (31/40). Contrib. étude botanique Ventoux. Doc. carte végétation Alpes, 7.

HANAUSEK, E. 1977: Wildbach- und Lawinen-Gefahrenzonenplan als Grundlage der Raumordnung im Alpenraum. In: WOLKINGER, F.: Natur und Mensch im Alpenraum, Graz.

HARTL, H. 1976: Die Vegetation Kärntens. In: Die Natur Kärntens, Klagenfurt.

HARTL, H. 1968: Ein interessanter, inneralpiner Trockenbuschwald im Mölltal. Carinthia 2, 78.

HARTMANN, F. K. u. G. JAHN 1967: Waldgesellschaften des mitteleuropäischen Gebirgsraumes nördlich der Alpen, Stuttgart.

HEISELMAYER, P. 1976: Inneralpine Laubwälder in Kärnten, der Steiermark und Salzburg, Carinthia 2, 86.

HEISELMAYER, P. 1979: Die Lindenwälder im Val Bavona (Tessin). Ber. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, 46.

HELLER, H. 1969: Lebensbedingungen und Abfolge der Flußauenvegetation in der Schweiz. Mitt. Schweiz. Anst. Forstl. Versuchsw. 45, 1.

HEUER, I. 1949: Vergleichende Untersuchungen an den Föhrenbeständen des Pfynwaldes (Wallis). Beitr. Geobot. Landesaufn. Schweiz, 28.

HILLGARTER, F.-W. 1971: Waldbauliche und ertragskundliche Untersuchungen im subalpinen Fichtenurwald Scatlé/Brigels. Diss. ETH-Zürich.

HINTERSTOISSER, H. u. H. MAYER 1982: Waldbauliche Auswirkungen der Standard-(Weltcup-) und Traßschiabfahrt an der Schmittenhöhe/Zell am See. Allg. Forstztg. 93.

HOFMANN, A. 1969: Contributo alla conoscenza delle faggete dell' Apennino settentrionale. Mitt. ostalp.-dinar. Arbeitsgem. 9.

HOFMANN, A. 1970: Die Höhengrenze der Arve und der Arvenwälder in den Italienischen Alpen. Mitt. Ostalpin-dinarische Ges. Vegetationskunde, 11.

HOFMANN, A. 1974: Dalle Madonie alle Alpi Giulie attraverso le faggete italiane. Not. Fitosoc. 9.

HOLTMEIER, F. K. 1967: Die Waldgrenze im Oberengadin in ihrer physiognomischen und ökologischen Differenzierung. Diss. Univ. Bonn.

HÜBL, E. u. H. NIKLFELD 1973: Über die regionale Differenzierung von Flora und Vegetation in den österreichischen Alpen. Acta Bot. Acad. Scient. 19/1-4.

IVES, J. D. u. R. G. BARRY 1974: Arctic and alpine environments. London.

JELEM, H. u. W. KILIAN 1966: Standortserkundung mit Waldbaugrundlagen. Murauer Nockberge, Revier Paal als Beispiel für inneralpine Nadelwälder. Inst. f. Standort, Forstl. Bundesversuchsanstalt Wien.

JELEM, H. u. K. MADER 1968: Standorte und Waldgesellschaften im östlichen Wienerwald. Inst. f. Standort 24, Forstl. Bundesversuchsanst. Wien.

KARNER, A., F. KRAL u. H. MAYER 1973: Das inneralpine Vorkommen der Tanne im Vintschgau. Cbl. ges. Forstw. 90, 3.

KLÖTZLI, F. 1967: Die heutigen und neolithischen Waldgesellschaften der Umgebung des Burgäschisees mit einer Übersicht über nordschweizerische Bruchwälder. Acta Bernensia 2, 4.

KLÖTZLI, F. 1969: Zur Ökologie schweizerischer Bruchwälder unter besonderer Berücksichtigung des Waldreservates Moos bei Birmensdorf und des Katzensees. Ber. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, 39.

KLÖTZLI, F. 1975: Ökologische Besonderheiten Pinus-reicher Waldgesellschaften. Schweiz. Zeitschr. Forstw. 126, 9.

KNAPP, R. 1944: Vegetationsaufnahmen von Wäldern der Alpenostrandgebiete, Halle.

KNAPP, R. 1960: Die Bedeutung der Dauer der Schneebedeckung für die Vegetation in subalpinen Lagen. Ber. Bayer. Bot. Ges. 33.

KÖSTLER, J. N. u. H. MAYER 1970: Waldgrenzen im Berchtesgadener Land. Jahrb. Verein Schutz Alpenpflanzen und -tiere, 35.

KÖSTLER, J. N. u. H. MAYER 1974: Wälder im Berchtesgadener Land. München.

KRAL, F. u. H. MAYER 1968: Pollenanalytische Überprüfung des Urwaldcharakters in den Naturwaldreservaten Rothwald und Neuwald (Niederösterreichischer Kalkalpen). Forstw. Cbl. 87.

KRAL, F. u. H. MAYER 1969: Pollenanalytische Beiträge zur Geschichte des Naturwaldreservates Brigels/Scatlé (Graubünden). Schweiz. Ztschr. Forstw. 120.

KRAL, F. 1971: Pollenanalytische Untersuchungen zur Waldgeschichte des Dachsteinmassivs. Rekonstruktionsversuch der Waldgrenzendynamik. Wien.

KRAL, F. 1974: Grundzüge der postglazialen Waldgeschichte des Ostalpenraumes. In: MAYER, H.: Wälder des Ostalpenraumes, Stuttgart.

KRAL, F., H. MAYER u. K. ZUKRIGL 1975: Die geographischen Rassen der Waldgesellschaften in vegetationskundlicher, waldgeschichtlicher und waldbaulicher Sicht. Beitr. naturk. Forsch. Südw.-Deut. 34.
KRAL, F. 1979: Spät- und postglaziale Waldgeschichte der Alpen aufgrund der bisherigen Pollenanalysen. Wien.
KUHN, N. 1967: Natürliche Waldgesellschaften und Waldstandorte der Umgebung von Zürich. Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich 40.
KUOCH, R. 1954: Wälder der Schweizer Alpen im Verbreitungsgebiet der Weißtanne. Mitt. Schweiz. Anst. forstl. Versuchsw. 30.
KUOCH, R. u. R. AMIET 1970: Die Verjüngung im Bereich der oberen Waldgrenze der Alpen. Mitt. Schweiz. Anst. Forstl. Versuchsw. 46, 4.
KUOCH, R. u. F. H. SCHWEINGRUBER 1975: Baumarten an der alpinen Waldgrenze. Schweiz. Zeitschr. Forstw. 126.
KURTH, A., A. WEIDMANN u. F. THOMMEN 1960: Beitrag zur Kenntnis der Waldverhältnisse im schweizerischen Nationalpark. Mitt. Schweiz. Anst. Forstl. Versuchsw. 36.
LACOSTE, A. 1975: La végétation de l'étage subalpin du bassin supérieur de la Tinée (Alpes maritimes). Phytocoenologia 3, 1.
LANDOLT, E. 1977: Beziehungen zwischen Vegetation und Umwelt in den Alpen. In WOLKINGER: Natur und Mensch im Alpenraum. Graz.
LANG, H. P. 1967: Grundlagen zur Baumartenwahl im vorderen Flysch-Wienerwald. Diss. BOKU, Wien.
LEHMANN, J. 1973: Europa. Harms Erdkunde, München.
LICHTENBERGER, E. 1979: Die Sukzession von der Agrar- zur Freizeitgesellschaft in den Hochgebirgen Europas. Innsbrucker Geogr. Studien. 5.
LIPPERT, W. 1960: Die Pflanzengesellschaften des Naturschutzgebietes Berchtesgaden. Ber. Bayr. Bot. Ges. 39.
LEIBUNDGUT, H. 1951: Aufbau und waldbauliche Bedeutung der wichtigsten Waldgesellschaften in der Schweiz. 2. Aufl. Bern.
LEIBUNDGUT, H. 1962: Waldbauprobleme in der Kastanienstufe Insubriens. Schweiz. Zeitschr. Forstw. 113.
LEIBUNDGUT, H. 1968: Der Wald im Dienste der Gebirgshilfe. Wald und Holz.
LEIBUNDGUT, H. 1982: Europäische Urwälder der Bergstufe. Bern – Stuttgart.
LÜDI, W. 1959: Ergebnisse der Internationalen Pflanzengeographischen Exkursion durch die Ostalpen 1956. Veröff. Geobot. Inst. Rübel in Zürich, 35.
MAGIN, R. 1959: Struktur und Leistungen mehrschichtiger Mischwälder in den Bayerischen Alpen. Ertragskundliche Studien in bisher unbewirtschafteten, natürlich erwachsenen Fichten-Tannen-Buchen-Bestokkungen. Mitt. Staatsforstverw. Bayerns, 30.
MARCET, E. 1971/72: Versuche zur Dürreresistenz inneralpiner Trockentannen (Abies alba Mill.) Schweiz. Zeitschr. Forstw. 122/123.
MARINČEK, L. 1970: Bukov godz z rebrenjačo (Blechno-Fagetum). Zbornik, 8. Ljubljana.
MARTIN-BOSSE, H. 1967: Schwarzföhrenwälder in Kärnten. Angew. Pflanzensoz. 20, Wien.
MAYER, H. 1957: An der Kontaktzone des Lärchen- und Fichtenwaldes in einem Urwaldrest der Berchtesgadener Kalkalpen. Jb. Ver. Schutz Alpenpflz. und -tiere, 22.
MAYER, H. 1959: Waldgesellschaften der Berchtesgadener Kalkalpen. Mitt. Staatsforstverw. Bayerns, 30.
MAYER, H. 1962: Waldbauliche Aspekte der Entstehung des nordalpinen Tannen-Buchen-Waldes (Abieti-Fagetum). Schweiz. Zeitschr. f. Forstw. 113.
MAYER, H. 1962: Zur waldbaulichen Beurteilung anthropogen beeinflußter Fichten-Tannen-Buchenwälder (Abieti-Fagetum) in den Chiemgauer Alpen. Forstw. Cbl. 81.
MAYER, H. 1963: Tannenreiche Wälder am Nordabfall der mittleren Ostalpen. München-Basel-Wien.
MAYER, H. 1964: Bergsturzbesiedlungen in den Alpen. Mitt. Staatsforstw. Bayerns, 34.
MAYER, H. 1964: Die Herkunftsfrage bei der Ostalpen-Lärche. In: Forstsamengewinnung und Pflanzenzucht für das Hochgebirge München-Basel-Wien.
MAYER, H. 1966: Analyse eines urwaldnahen, subalpinen Lärchen-Fichtenwaldes (Piceetum subalpinum) im Lungau. Cbl. ges. Forstw. 83.
MAYER, H. 1966: Waldgeschichte des Berchtesgadener Landes (Salzburger Kalkalpen). Beih. Forstw. Cbl. 22.
MAYER, H. 1967: Das Fichten-Naturwaldreservat Rauterriegel am Eisenhut bei Turrach. Cbl. ges. Fostw., 84.
MAYER, H., B. SCHLESINGER u. K. THIELE 1967: Dynamik der Waldentstehung und Waldzerstörung auf den Dolomitschuttflächen im Wimbachgries (Berchtesgadener Kalkalpen). Jahrb. Verein Schutz Alpenpflanzen u. -tiere, 32.
MAYER, H. u. A. HOFMANN 1969: Tannenreiche Wälder am Südabfall der mittleren Ostalpen. München-Basel-Wien.
MAYER, H. 1969: Zur waldbaulichen Beurteilung der Fichte in den Ostalpen. Allg. Forst- u. Jagdtztg. 140.
MAYER, H., G. ECKHART, J. NATHER, W. RACHOY u. K. ZUKRIGL 1971: Die Waldgebiete und Wuchsbezirke Österreichs. Cbl. ges. Forstw. 88, 3.

MAYER, H., ST. SCHENKER u. K. ZUKRIGL 1972: Der Urwaldrest Neuwald beim Lahnsattel. Cbl. ges. Forstw. 89.
MAYER, H. 1972: Möglichkeiten und Grenzen der Schalenwildhege im Gebirgswald. In: Wald + Wild. Beih. Zeitschr. Schweiz. Forstverein, 52.
MAYER, H. 1974: Wälder des Ostalpenraumes, Standort, Aufbau und waldbauliche Bedeutung der wichtigsten Waldgesellschaften in den Ostalpen samt Vorland. Stuttgart.
MAYER, H. 1975: Der Einfluß des Schalenwildes auf die Verjüngung und Erhaltung von Naturwaldreservaten. Forstw. Cbl. 94.
MAYER, H. 1975: Die Tanne, ein unentbehrlicher ökologischer Stabilisator des Gebirgswaldes. Jahrb. Verein Schutz Alpenpflanzen und -Tiere, 40.
MAYER, H. 1976: Gebirgswaldbau-Schutzwaldpflege. Stuttgart.
MAYER, H. 1977: Karte der natürlichen Wälder des Ostalpenraumes. Cbl. ges. Fostw. 94, 3.
MAYER, H., H. ERHARD, J. LÖDL u. A. PITTERLE 1977: Waldbauliche Untersuchungen in Lärchen-Zirbenwäldern der Ötztaler Alpen. Cbl. ges. Forstw. 94.
MAYER, H. u. K. TICHY 1979: Das Eichen-Naturschutzgebiet Johannserkogel im Lainzer Tiergarten/Wienerwald. Cbl. ges. Forstw. 96.
MAYER, H., M. NEUMANN u. W. SCHREMPF 1979: Der Urwald Rothwald in den niederösterreichischen Kalkalpen. Jahrb. Verein Schutze Bergwelt, 44.
MAYER, H. 1979: Ökosystem Lawinenschutzwald. Proc. Davos Seminar: Mountain Forests and Avalanches. Bern.
MAYER, H. u. K. ZUKRIGL 1980: Naturwaldreservate in Österreich. Allg. Forstztg. 91.
MAYER, H. 1980: Forstwirtschaftliche Gesichtspunkte eines alpinen Speicherkraftwerkes. Schweiz. Wasserwirtschaftsverband, Baden.
MAYER, H. 1981: Die 10 ökologischen Wald-Wild-Gebote für naturnahen Waldbau und naturnahe Jagdwirtschaft. Wien.
MAYER, H. u. H. KAMMERLANDER 1981: Waldinventur Neustift. Allg. Forstztg. 92.
MAYER, H. u. M. NEUMANN 1981: Struktureller und entwicklungsdynamischer Vergleich der Fichten-Tannen-Buchen-Urwälder Rothwald/Niederösterreich und Čorkova Uvala-Kroatien. Forstw. Cbl. 100.
MAYER, H. 1982: Waldbauliche Zukunftsperspektiven für den Gebirgswald. Schweiz. Zeitschr. f. Forstw. 133.
MAYER, H. 1984: Waldbau, 3. Auflage. Stuttgart-New York.
MERXMÜLLER, H. 1952/54: Untersuchungen zur Sippengliederung und Arealbildung in den Alpen. Jahrb. Ver. Schutze Alpenpflanzen und -tiere. 17 – 19 München.
MONTACHINI, F. 1972: Lineamenti della vegetazione dei boschi naturali in Valle di Susa. Allonia, 18.
MOOR, M. 1957: Karte der Pflanzen-Gesellschaften des Creux-du-Van-Gebietes im Maßstab 1:10 000. In: Beitr. Geobot. Landesaufn. Schweiz, 37.
MOOR, M. 1958: Pflanzengesellschaften schweizerischer Flußauen. Mitt. Schweiz. Anst. Forstl. Versuchsw., 34.
MORANDINI, R. 1956: Il larice nelle alpi orientali italiani. 2. Il larice nelle Venezia Tridentina. Pubbl. d. Stazione sper. selvicolturale, 10.
MORANDINI, R., H. GIORDANO, G. P. MONDINO u. R. SALANDIN 1969: Il gran Bosco di Salbertrand. Pubbl. Istituto sper. Sevicolt. Arezzo, 17.
Nägeli, W. 1969: Waldgrenze und Kampfzone in den Alpen. HESPA-Mitt. 19, 1.
NEUMANN, M. 1979: Bestandesstruktur und Entwicklungsdynamik im Urwald Rothwald/NÖ und im Urwald Čorkova Uvala/Kroatien. Diss. BOKU 10. VWGÖ Wien.
NIEDERWOLFSGRUBER, F. 1977: Probleme der Erhaltung einer Kulturlandschaft – die Lärchwiesen auf dem Mieminger Plateau. In WOLKINGER: Natur und Mensch im Alpenraum. Graz.
OBERDORFER, E. 1964: Der insubrische Vegetationskomplex, seine Struktur und Abgrenzung gegen die submediterrane Vegetation in Oberitalien und in der Südschweiz. Beitr. naturk. Forsch. SW-Deutschl. 23, 2.
OTT, E. 1972: Erhebungen über den gegenwärtigen Stand des Schweizer Waldes als Grundlage waldbaulicher Zielsetzungen. Mitt. Schweiz. Anst. Forstl. Versuchsw. 48.
OTT, E. 1973: Zustand und Zukunft des Schweizer Waldes. Mitt. Schweiz. Anst. Forstl. Versuchsw. 49.
OZENDA, P. 1966: Perspectives nouvelles pour l'étude phytogéographique des Alpes du Sud. Doc. carte végétation Alpes, 4.
OZENDA, P. 1970: L'originalité phytogéographique des Alpes occidentales. Veröff. Geobot. Inst. Rübel, Zürich, 43.
OZENDA, P. u. E. LANDOLT 1970: Zur Vegetation und Flora der Westalpen. Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich, 43.
OZENDA, P. 1973: Documents pour la carte de la végétation des Alpes 1963–1972 (1–10). Doc. Cartographie écologoque 11.

Ozenda, P. u. H. Wagner 1975: Les séries de végétation de la chaine alpine et leurs équivalences dans les autres systèmes phytogéographiques. Doc. Cartographie écologique 16, Grenoble.
Ozenda, P. 1981: Végétation des Alpes sud-occidentales notice détaillée des feuilles 60 Gap – 61 Larche – 67 Digne – 68 Nice – 75 Antibes. CNRS, Paris.
Pautou, G. et al. 1970: Ecologie des formations riveraines de la Basse Isère. Doc. Carte végétation Alpes, 8.
Pautou, G., F. Vigny u. R. Gruffaz 1971: Carte des groupements végétaux de la Chautagne (Savoie). Doc. Carte végétation Alpes.
Pedrotti, Fr. 1969: Studi per la valorizzazione naturalistica del Parco Nazionale dello Stelvio. 3. Vol. Bormio.
Pedrotti, F., E. Orsomando u. G. Cortini-Pedrotti 1974: Carta della vegetazione del Parco Nazionale dello Stelvio. Bormio.
Petermann, R. 1970: Montane Buchenwälder im westbayerischen Alpenvorland zwischen Iller und Ammersee. Diss. Bot. 8, Lehre.
Pfadenhauer, J. 1969: Edellaubholzreiche Wälder im Jungmoränengebiet des bayerischen Alpenvorlandes und in den bayerischen Alpen. Diss. Bot. 3. Lehre.
Pfadenhauer, J. 1975: Beziehungen zwischen Standortseinheiten, Klima, Stickstoffernährung und potentieller Wuchsleistung der Fichte im Bayerischen Flyschgebiet, dargestellt am Beispiel des Teisenbergs. Diss. Bot. 30, Vaduz.
Pitschmann, H., H. Reisigl u. H. Schiechtl 1959: Bilder-Flora der Südalpen vom Gardasee zum Comersee, Stuttgart.
Pitschmann, H., H. Reisigl, H. M. Schiechtl u. R. Stern 1974: Karte der aktuellen Vegetation von Tirol 1:100 000. IV. Teil: Blatt 8, Hohe Tauern und Pinzgau. Doc. Cartographie écologique 14. Grenoble.
Poldini, L. 1969: Le Pinete di pino austriaco nelle Alpi carniche. Boll. Soc. Adriatica Sc. 75. Trieste.
Putzer, J. 1967: Pflanzengesellschaften im Raum von Brixen mit besonderer Berücksichtigung der Trockenvegetation. Diss. Univ. Innsbruck.
Rheder, H. 1962: Der Girstel – ein natürlicher Pfeifengras-Föhrenkomplex am Albis bei Zürich. Ber. Geobot. Inst. ETH, 33.
Richard, L. 1961: Les forêts acidophiles du Jura. Beitr. geobot. Landesaufn. Schweiz, 38.
Richard, L. 1967: L'aire de répartition de l'aune vert (Alnus viridis Chaix). Doc. Carte Végétation Alpes 5.
Richard, L. 1968: Écologie de l'aune vert (Alnus viridis Chaix). Doc. Carte Végétation Alpes 6.
Richard, L. 1970: Le séries de végétation dans la partie externe des Alpes nord-occidentales. Veröff. Geobot. Inst. ETH. Stiftung Rübel, Zürich 43.
Richard, L. 1975: Carte écologique des Alpes à 1:50 000. Feuilles de Cluses et Chamonix. Doc. Cartographie écologique 16, Grenoble.
Ritter, J. 1972: Les groupements végétaux des étages subalpins et alpins du Vercors méridional. Vegetatio 24.
Rubli, P. 1976: Waldbauliche Untersuchungen in Grünerlenbeständen. Beih. Zeitschr. Schweiz. Forstverein 56.
Rubner, K. 1954: Die Roterlengesellschaften der oberbayerischen Grundmoräne, Forstarchiv, 25.
Scharfetter, R. 1938: Das Pflanzenleben der Ostalpen. Wien.
Schiechtl, H. M. u. R. Stern 1975/79: Die Zirbe (Pinus cembra L.) in den Ostalpen. 1–2. Angewandte Pflanzensoziologie 22, 24, Wien.
Schiechtl, H. M. u. R. Stern 1976: Karte der aktuellen Vegetation von Tirol. 1:100 000. 6. Teil: Blatt 11, Pustertal-Brixen. Doc. Cartographie écologique 17. Grenoble.
Schmid, E. 1943-50: Die Vegetationskarte der Schweiz, 1-4. Bern.
Schmid, E. 1961: Erläuterungen der Vegetationskarte der Schweiz. Beiträge geobot. Landesaufnahme Schweiz, 39. Bern.
Schmid, E. 1963: Die Reliktföhrenwälder der Alpen. Beitr. Geobot. Landesaufn. Schweiz 21.
Schröter, C. u. E. Schmid 1956: Flora des Südens. Die Pflanzenwelt Insubriens. 2. Auflage. Zürich-Stuttgart.
Schweingruber, F. H. 1972: Die subalpinen Zwergstrauchgesellschaften im Einzugsgebiet der Aare (Schweizerische nordwestliche Randalpen). Mitt. Schweiz. Anst. Forstl. Versuchsw. 48, 2.
Schweingruber, F. H. 1973: Föhrenwälder im Berner Oberland und am Vierwaldstätter See. Ber. Schweiz. Bot. Ges. 83.
Seibert, P. 1968: Übersichtskarte der natürlichen Vegetationsgebiete von Bayern 1:500 000 mit Erläuterungen. Schriftenreihe Vegetationskde. 3. Bad Godesberg.
Sillanoli, M. 1976: Carte écologique de Tournon à 1:50 000 (Région Rhône-Alpes). Etude préliminaire à l'aménagement. Doc. Cartographie écologique 18, Grenoble.
Surber, E., R. Roger u. H. Kobert 1973: Das Brachlandproblem in der Schweiz. Mitt. Schweiz. Anst. forstl. Versuchswesen 112.
Thiele, K. 1979: Vegetationskundliche und pflanzenökologische Untersuchungen im Wimbachgries (Berchtesgadener Kalkalpen). Diss. München.

TOMASELLI, R. 1970: Note illustrative della Carta della vegetazione naturale potenziale d'Italia. Collona Verde 27, Roma.
TONNEL, A. et al. 1974: Carte de la végétation potentielle des Alpes nord-occidentales (partie française). Doc. Cartographie écologique 13, Grenoble.
TOSCO, U. 1975: Carta della vegetazione dell'anfiteatro morenico di Rivoli (Torino). Doc. Cartogr. écolog. 16.
TRANQUILLINI, W. 1979: Physiological ecology of the alpine timberline. Ecological Studies, 31. Berlin – Heidelberg – New York.
TREGUBOV, V. 1959: Evolution des forêts résineuses des préalpes de Savoie. Ann. Ecole Nationale Eaux Forêts et Station Recherches 16, 2.
TREPP, W. 1947: Der Lindenmischwald (Tilieto-Asperuletum taurinae). Beitr. Geobot. Landesaufn. Schweiz, 27.
TREPP, W. 1955: Subalpiner, montaner und südalpiner Fichtenwald. In: Ertragreiche Nadelwaldgesellschaften im Gebiete der schweizerischen Alpen unter besonderer Berücksichtigung Graubündens. Beih. Bündnerwald 5, Chur.
TREPP, W. 1960: Waldgesellschaften im Churer Stadtwald und ihre forstliche Bedeutung. Schweiz. Zeitschr. Forstw., 111.
TROLL, C. 1972: Landschaftsökologie der Hochgebirge Eurasiens. In: Erdwiss. Forschung. 4, Wiesbaden.
VERGER, J. P. 1982: Contribution à l'étude sylvicole sur serpentinites en vallée d'Ayas (Val d'Aosta). Documents de Cartographie Ecologique, 25.
WAGNER, H. 1966: Die Trockenrasengesellschaften am Alpenostrand. Akad. Wiss. math.-nt. Kl. 104.
WAGNER, H. 1966: Ost- und Westalpen, ein pflanzengeographischer Vergleich. Angewandte Pflanzensoziologie. 18/19 Wien.
WAGNER, H. 1967: Die Pflanzendecke des Stuhlecks. Arb. Gr. Nat.-Hochgebirgskde. Sekt. Edelweiß, ÖAV 12.
WAGNER, H. 1971: Natürliche Vegetation. Österreich-Atlas 4, 3.
WAGNER, H. 1979: Das Virgental/Osttirol, eine bisher zu wenig beachtete inneralpine Trockeninsel. Phytocoenologia 6.
WELTEN, M. 1982: Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetationsgeschichte des Schweizerischen Nationalparks. Ergeb. Wiss. Unt. Schweiz. Nationalpark 80, Chur.
WENDELBERGER-ZELINKA, E. 1952: Die Vegetation der Donau-Auen bei Wallsee. Schriftenreihe OÖ-Landesbaudirektion 11, Linz.
WENDELBERGER, G. 1962: Die Pflanzengesellschaften des Dachsteinplateaus. Mitt. Naturwiss. Ver. Steiermark, 92.
WENDELBERGER, G. 1963: Die Relikt-Schwarzföhrenwälder des Alpenostrandes. Vegetatio, 11.
WOLKINGER, F. 1977: Natur und Mensch im Alpenraum. 3. Europäischer Kurs über angewandte Ökologie als Grundlage der Nutzung und des Schutzes der Alpenregionen. Innsbruck, 6. – 11. Oktober 1975. Graz.
WRABER, M. 1963: Die Waldgesellschaft der Fichte und der Waldhainsimse in den slowenischen Ostalpen (Luzulo sylvaticae-Piceetum), Razprave, Ljubljana.
WRABER, M. 1966: Über eine thermophile Buchenwaldgesellschaft (Ostryo-Fagetum) in Slowenien. Angew. Pflanzensoz. 18/19, Wien.
WRABER, M. 1966: Das Adenostylo glabrae-Piceetum, eine neue Fichtenwaldgesellschaft in den slowenischen Alpen. Angew. Pflanzensoz. 18/19, Wien.
WRABER, M. 1970: Pflanzengeographische Gliederung Sloweniens, IUFRO-Exkursionsführer. Ljubljana.
ZOLLER, H. 1960: Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetationsgeschichte der insubrischen Schweiz. Schweiz. Naturf. Ges., 83.
ZOLLER, H. u. H. KLEIBER 1971: Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen in der montanen und subalpinen Stufe der Tessintäler. Verhdlg. Naturf. Ges. Basel, 81.
ZOLLER, H. 1974: Flora und Vegetation der Innalluvionen zwischen Scuol und Martina (Unterengadin). Ökologische Untersuchungen im Unterengadin. Ergebnisse wiss. Unters. Schweiz. Nationalpark 12, Chur.
ZUKRIGL, K., G. ECKHART u. J. NATHER 1963: Standortskundliche und waldbauliche Untersuchungen in Urwaldresten der niederösterreichischen Kalkalpen. Mitt. Forstl. Bundesversuchsanstalt. Wien, 62.
ZUKRIGL, K. 1973: Montane und subalpine Waldgesellschaften am Alpenostrand. Mitt. Forstl. Bundesversuchsanstalt Wien,101.
ŽUPANČIĆ, M. 1967: Der dinarische Bergahorn-Buchenwald (Aceri-Fagetum dinaricum) im slowenischen Hochkarstgebiet. Mitt. ostalpin-dinar. pflanzensoz. Arbeitsgem., 2.

Südosteuropäisches Laubmischwaldgebiet

ACCETTO, M. 1974: Die Waldgesellschaften Pseudostellario-Carpinetum und Pseudostellario-Quercetum im Waldkomplex von Krakovo. Gozdarski Vestnik, 32.

ACCETTO, M. 1975: Die natürliche Verjüngung und Entwicklung der Stieleiche und Hainbuche im Urwald-Reservat Krakovo. Gozdarski Vestnik 33, Ljubljana.

ACCETTO, M. 1978: Der dinarische Buchen-Tannenwald mit dem Berg-Lappenfarn (Abieti-Fagetum dinaricum, TREG. 57, thelypteridetosum limbospermae, Subass. nova). Mitt. Ostalp.-dinar. Ges. Vegetationsk. 14.

ADAMOVIĆ, L. 1901: Die Šibljak-Formation, ein bekanntes Buschwerk der Balkanländer. Engler bot. Jb. 31.

ADAMOVIĆ, L. 1907: Pflanzengeographische Stellung und Gliederung der Balkanhalbinsel. Denkschr. Akad. Wiss. Wien, 80.

ADAMOVIĆ, L. 1909: Die Vegetationsverhältnisse der Balkanländer. In: ENGLER-DRUDE: Die Vegetation der Erde 11. Leipzig.

ADAMOVIĆ, L. 1929: Die Pflanzenwelt der Adrialänder. Jena.

BARBÉRO, M. und P. QUÉZEL, P. 1976: Les groupements forestiers de Grèce Méridionale, 2.

Beldie, A. 1967: Flora şi vegetatia munţilor Bucegi. Ed. Academiei RSR, Bucureşti.

Berta, J. 1970: Waldgesellschaften und Bodenverhältnisse in der Theisstiefebene. Vegetacia, ČSSR, 1. Bratislava.

Bertović, S. 1970: Šumsko vegetacijska produčja i nijhova klimatski odnoso kai osnova za regionalnu tipološku klassikaciju šuna u Hrvatskoj. Diss. Zagreb.

BERTOVIĆ, S. 1971: Ekološko-vegetacijske značajke okoliša zavižana u Sjvernom Velebitu. Habil. Schr. Zagreb.

BEUG, H. J. 1967: Probleme der Vegetationsgeschichte in Südeuropa. Ber. Dt. bot. Ges. 80.

BEUG, H. J. 1975: Man as a factor in the vegetational history of the Balkan Peninsula. Proc. first Int. Symposium on Balkan Flora and Vegetation. Varna 1973. Sofia.

BÎRCĂ, C. 1973: Flora şi vegetatia Colinelor Tutovei. Diss. Cluj.

BINDIU, C., N. DONIŢĂ, V. TUTUNARU und V. MOCANU 1962: Der Wasserhaushalt gewisser Pflanzenassoziationen der Hochebene von Babadag (Dobrudscha). Rev. biol. Bucarest, 3.

BLEČIĆ, V. 1957: Contribution à la connaissance de la végétation forestière de la montagne Ljubišnja (Montenegro). Glas. Prir. Muz. Beograd, 10.

BLEĈIĆ, V. und B. TATIĆ 1957: Les forêts de Pinus peuce à Montenegro Glas. Prir. Muz. Beograd 10.

BLEČIĆ, V. 1958: Végétation des forêts et celle des rochers et des éboulis dans la vallée de la rivière Piva (Montenegro). Glas. Prir. Muz. Beograd, 11.

BLEČIĆ, V. 1959: Die Panzerföhrenwälder der nördlichen Prokletje. Glas. Bot. zav. i baŝte, Univ. Beograd 1.

BLEČIĆ, V. 1960: Beitrag zur Kenntnis der Fichtenwälder im montenegrinischen Prokletje. Glas. Bot. zav. i baŝte, Univ. Beograd 3.

BLEČIĆ, V. und B. TATIĆ 1960: Beitrag zur Kenntnis der Vegetation Ostserbiens. Glas. Bot. zav. i baŝte Univ. Beograd 2.

Blečić, V. und R. LAJUŠIĆ 1970: Der Urwald Biogradska Gora im Gebirge Bjelasica in Montenegro. Posebna Izdanja, 15, 4. Sarajewo.

Borhidi, A. 1960: Die pflanzenökologische Stellung der illyrischen Buchenwälder. Angew. Pflanzensoziologie 18, 19, Wien.

Borhidi, A. 1963: Die Zönologie des Verbandes Fagion illyricum. Acta bot. Acad. scient. Hung. 9.

Borhidi, A. 1965: Die Zönologie des Verbandes Fagion illyricum. Acta Bot. hung., 11.

Borhidi, A. 1968: Die geobotanischen Verhältnisse der Eichen-Hainbuchenwälder Südosteuropas. Feddes Repert. 78.

Borhidi, A. 1971: Die Zönologie der Fichtenwälder von Ost- und Südkarpaten. Acta Bot. Acad. Scient. hung. 17.

Borza, A. 1931: Die Vegetation und Flora Rumäniens. Guide de la sixième Excursion phytogéogr. int. Roumanie, Cluj.

BORZA, A. 1937: Cercetari fitosociologice asupra pădurilor basarabene. Bul. Grăd. Bot. Cluj.

BORZA, A. 1959: Flora şi vegetaţiva Văii Sebeşului Ed. Academiei RSR, Bucureşti.

BORZA, A. 1959: Die Phytocoenose eines Abschnittes der Südkarpaten Rumäniens. Vegetatio 8.

BORZA, A. 1962: La flore et la végétation de la forêt de Soca (Bauloc) au Banat. Problème de biolog. Acad. RPR.

BOŞCAIU, N. 1971: Flora şi vegetatia munţilor Ţarcu, şi Cernei. Ed. Academiei RSR, Bucureşti.

BOŞCAIU, N., F. TÄUBER 1980: Die zönogenetische Rolle der Hochstaudenfluren in den Rumänischen Karpaten. Phytocoenologia 7.

BRAUN-BLANQUET, J. 1929: Ostpyrenäen – Zentralalpen – Tatra; eine pflanzensoziologische Parallele. Verhdl. Schweiz Naturf. Ges.

Braun-Blanquet, J. 1930: Zentralalpen und Tatra, eine pflanzensoziologische Parallele. Veröff. Geobot. Inst. Rübel Zürich, 6.
Brinar, M. 1973: Zum Massensterben der Tanne in Jugoslawien. Zbornik Ljubljana 12.
Buiculescu, I. 1975: Die Waldgesellschaften des Pietra Mare-Massivs. Studii şi comunicări, 19, Sibiu.
Bukovčan, V. 1969: Pestovanie limby (Pinus cembra). Přiroda v Bratislave.
Burschel, P. 1965: Die Omorikafichte (Picea omorica (Pančič), Purkyne). Forstarchiv 36.
Čajka, J. 1969: Beitrag zur natürlichen Verbreitung der Eibe (Taxus baccata L.) in der Liptauer Tatra. Zbornik Tanap 11, Osveta.
Chiriţă, C., N. Doniţă et al. 1981: Pădurile Romaniei (Wälder Rumäniens). Bucureşti.
Coldea, G. 1975: Geobotanisches Studium der Hainbuchenwälder des rumänischen Westgebirges. Feddes Rep. 86.
Čolić, D. und A. Gigov 1958: Community with Serbian Spruce (Picea omorika Panč.) on a swamp site. Biol. Inst. NR. Srbije 5.
Čolić, D., V. Mišić und M. Popović 1963: Phytocenological analysis of the high mountains community of silesian willow and mountain alder (Saliceto-Alnetum viridis ass. nov.) in the Mount Stara Planina. Zbornik rad. Biol. inst. Srbije 3.
Csapody, I. 1964: Die Waldgesellschaften des Soproner Berglandes. Acta Bot. Scient. Hungaricae 10.
Csapody, I. 1968: Eichen-Hainbuchenwälder Ungarns. Feddes Repert. 78.
Csapody, I. 1969: Die Kastanienwälder Ungarns. Acta bot. Acad. scient. Hung. 15.
Csapody, I. 1974: Die Agrostio-Quercetum robori-cerris-Wälder der Kleinen Ungarischen Tiefebene. Acta Bot. Acad. Scient. Hung. 20.
Csürös, St., und Z. Spirchez 1963: Recherches phytocénologiques dans les forêts du Mont de Scărişoara-Belioara (Monts Apuseni) Studia. Univ. Babes-Bolgei.
Csürös, St. und M. Csürös-Kaptalan 1978: Pădurile de foioase mezofile. In: «Flora si vegetatia muntilor Zarand». Contribuţii Botanice, Cluj.
Czeczott, H. 1938/39: A contribution to the knowledge of the flora and vegetation of Turkey. Feddes Rep. Beih. 107
Dafis, S. 1966: Standorts- und ertragskundliche Untersuchungen in Eichen- und Kastanienwäldern der NO-Chalkidike. Thessaloniki.
Danciu, M. 1974, 1979: Cercetări fitocenologice ĭn pădurile din sudul munţilor Baraolt (II) (III). Bulet. Univ. Braşov, C. 16, 21.
Dengler, A. und F. Markgraf 1931: Aus den südeuropäischen Urwäldern. Zeitschr. Forst- u. Jagdw. 63.
Dihorŭ, G., I. Ţucra und A. Bavaru 1965: Flora si vegetatia reservatiei «Fîntîniţa» din Dobrogea. Ocrotierea naturii, 9.
Dihorŭ, G. und N. Doniţtă 1970: Die Flora und Vegetation der Norddobrudscha (Babadag-Hochebene). Bucarest.
Dihorŭ, A. 1975: Flora si vegetatia zăvoaielor din bazinul inferior al Prahovei. Díss. Bucureşti.
Diklić, N. 1962: Wald- und Wiesen-Phytozönosen der Gebirge Ozren, Devica und Leskovic bei Soko Banja. Glas. Prir. Muz. Beograd 18.
Dobrescu, C. und A. Kovács 1973: Contributii la fitocenologia pădurilor de Fagion din Podişul Central Moldovenesc. Revista Pădurilor, 88/1.
Domin, K. 1933: Die Vegetationsverhältnisse des Bučegi in den rumänischen Südkarpaten. In Rübel. E.: Ergeb. Int. Pflanzengeogr. Exkursion Rumänien 1931. Veröff. Geobot. Inst. Rübel Zürich, 10.
Doniţă, N. 1965: Vegetationsstufen der Karpaten Rumäniens. Rev. Rom. Biol. Ser. Bot. 10.
Doniţă, N. 1970: Submediterrane Einflüsse in der Waldflora und -vegetation der Danubischen Provinz. Feddes Repert. 81.
Doniţă, N. 1972: Ökologische Forschungen in der Hochebene von Babadag (Dobrudscha), Rumänien. Ber. Geobot. Inst. ETH-Rübel, 41, Zürich.
Doniţă, N. und St. Purcelean 1975: Die Eichen-Linden-Hainbuchen-Mischwälder Rumäniens und ihre Bewirtschaftung. Bucureşti.
Doniţă, N. und N. Roman 1976: Vegetaţia (Vegetationskarte 1:1 000 000) Atlasul. Republicii Socialiste România.
Doniţă, N. und S. Purcelean et al. 1977: Ecologie forestieră. Bucureşti.
Doniţă, N. et al. 1980: Zonale und regionale Einteilung der Wälder von Rumänien. ICAS, 2. Bucureşti.
Ellenberg, H. 1963: Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. 2. Auflage 1978. Stuttgart.
EM, H. 1952: Vegetation und Dendroflora zwischen Ovče-Polje und Pčina-Fluß. God. Šum. inst. Skopje 1.
EM, H. 1960: Edelkastanien-Waldgesellschaften im Belasica-Gebirge (VR Mazedonien). Acta mus. maced. scient. nat. Skopje 7.
EM, H. 1961: Der Buchenwald in der voralpinen Region mazedonischer Gebirge. Šuva pregled. Skopje 5.
EM, H. 1962: Pflanzengesellschaften der Nadelwälder in der VR Mazedonien. Biol. glasn. 15, Zagreb.

EM, H. 1968: Traubeneichenwald und das Vorkommen der Hainbuche in Mazedonien. Feddes Repert. 78.
EM, H. 1970: Höhengürtel in der Vegetation von Hochgebirgen Mazedoniens. Mitt. Ostalp.-din. Ges. f. Vegetkde. 11.
EM, H. 1973: Sapinières en Macédonie. Istanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayinlari 1921/209.
EM, H. 1975: Eine oligotrophe Buchenzönose; Bruckenthalio-Myrtillo-Fagetum, EM, Ass. n. Jahrb. Land- und Forstw. Fakultät Univ. Skopje 27.
EMROVIĆ, B., V. GLAVAČ und A. PRANJIĆ 1964: Über die Stammform der spitzblättrigen Esche (Fraxinus angustifolia Vahl) in verschiedenen Auenwaldgesellschaften des Savagebietes in Kroatien (Jugoslawien). Schweiz. Zeitschr. Forstw. 115.
ETTER, H. 1947: Über die Waldvegetation am Südostrand des schweizerischen Mittellandes. Mitt. Schweiz. Anst. Forstl. Versuchsw. 25.
FABIJANIĆ, B., P. FUKAREK und V. STEFANOVIĆ 1963: Pregled osnovnih tipova šumske vegetacije, Lepenica. Nauč. dr. SB Bosne i Hercegovine, Posel izd. 3. Lepenica.
FEKETE, G. 1965: Die Waldvegetation im Gödöllöer Hügelland. Vegetation ungarischer Landschaften, 5. Budapest.
FINK, H. G. 1977: Pflanzengesellschaften des Schulergebirges (Südostkarpaten). STAPFIA 2, Linz.
FRÖHLICH, J. 1925: Aus dem südosteuropäischen Urwald. Forstw. Cbl. 47.
FRÖHLICH, J. 1940: Der Fichtenurwald an der oberen Waldgrenze in den Ostkarpaten. Cbl. ges. Forstw. 60.
FRÖHLICH, J. 1947: Über Vorkommen, Zusammensetzung und Aufbau der südosteuropäischen Laubmischwald-Urwälder. Schweiz. Zeitschr. Forstw. 98.
FRÖHLICH, J. 1951: Urwaldpraxis. Radebeul-Berlin.
FURRER, E. 1961: Über «Windlöcher» und Kälteflora am Lauerzersee (Schweiz). Ber. Geobot. Inst. ETH. Stiftg. Rübel, Zürich 32.
FUKAREK, P. 1950: Materialien über die geographische Verbreitung der Panzerkiefer (Pinus heldreichii christ.). Preštampano iz godišnjako biol. inst. u Sarajevu, God II.
FUKAREK, P. 1950: Das heutige Verbreitungsareal der Omorika-Fichte (Picea omorica Panč.) und einige Mitteilungen über ihre Bestände. Jahrb. Biolog. Inst. Sarajevo 3.
FUKAREK, P. 1950: Mitteilungen über die Verbreitung von Pinus peuce Grisebach. Preštampano iz godišnjako biol. inst. u Sarajevu, 2.
FUKAREK, P. 1951: Die Standorte der Omorika-Fichte nach den Waldbränden im Jahre 1946/47. Preštampano iz Šumarskog lista, broj 1–2.
FUKAREK, P. und V. STEFANOVIĆ 1958: Das Urwaldgebiet «Peručica» in Bosnien und seine Vegetationsverhältnisse. Arbeiten Fakultät Landw. u. Forstw. 3, 3.
FUKAREK, P. 1958: Beitrag zur Kenntnis der systematischen Stellung, Gliederung und der rezenten Verbreitung der Schwarzkiefer. Arbeiten Fakultät Landw. u. Forstw. 3/3, Sarajevo.
FUKAREK, P. 1958: Die Gesellschaft der Tanne und des Krainischen Faulbaumes (Rhamneto-Abietum) in herzegowinischen und westbosnischen Gebirgen. Preštampano iz godišnjaka biološkog instituta u Sarjevu, 10.
FUKAREK, P. 1958: Die «Šibljak-Gesellschaft» der Zwergmispel (Sorbus chamaemespilus) auf der Plazenica in Bosnien. Preštampano iz godišnjaka biol. inst. u Sarajevu, God X/1–2.
FUKAREK, P. 1959: Nacionalni Parkovi Jugoslavije. Razvoj šumarstva i drvne industrije Jugoslavije 1945–1956 godine. Beograd.
FUKAREK, P. 1960: Beitrag zur Kenntnis der Waldvegetation auf Melaphyrgestein im südöstlichen Bosnien (Dinarische Alpen). Angew. Pflanzensoziologie 18, 19, Wien.
FUKAREK, P. 1960: Das Quercetum confertae hercegovinicum im Narenta-Tal. Angew. Pflanzensoziologie 18, 19, Wien.
FUKAREK, P. 1964: Die Tanne und die Tannenwälder der Balkanhalbinsel. Schweiz. Zeitschr. Forstw. 115.
FUKAREK, P. 1966: Die Waldgesellschaften der endemen Panzerkiefer auf der Prenj-Planina in der Herzegovina. Acta Bot. Croatica 25, Zagreb.
FUKAREK, P. und M. VIDAKOVIĆ 1966: Nalaz prelazne ili hibridne svojte borova (Pinus nigradermis Fuk. et Vid.) na planini Prenju u Hercegovini. Radovi, Naučno društvo B i H, Sv. 28, Sarajevo.
FUKAREK, P. 1967: Verbreitungskarten aller wichtigsten Baumarten SO-Europas. Sarajevo.
FUKAREK, P., V. STEFANOVIĆ und B. FABIJANIĆ 1967: Das Aceri obtusati-Fagetum der Südwesthänge des westlichen Dinarischen Gebirges. Mitt. ostalpin-dinar. pflanzensoz. Arbeitsg. 7.
FUKAREK, P. 1969: Beitrag zur Kenntnis der pflanzensoziologischen Verhältnisse der Wald- und Šibljak-Gesellschaften des Nationalparks «Sutjeska». Posebna Izdanija, 3, Sarajevo.
FUKAREK, P. 1969: «Šibljak»-Gesellschaften in der subalpinen Zone der südlichen Dinariden. Acta Bot. Croatica 28.
FUKAREK, P. 1970: Beitrag zur Kenntnis der oberen Waldgrenze in einigen Gebirgszügen der südlichen Dinariden. Mitt. ostalp.-din. Ges. Vegetationskde. 11.

FUKAREK, P. 1970: Waldgesellschaften des Urwaldreservates Peručica in Bosnien. Posebna Izdanija 15, 4, Sarajevo.

FUKAREK, P. 1977: Zur Gliederung der illyrischen Florenprovinz in natürliche Vegetationsgebiete mit Hilfe der Waldgesellschaften. Cbl. ges. Forstw. 94.

FUKAREK, P. 1977: Die Verbreitung der Buchenwälder in dem südwestlichen Raum Pannoniens. Studia phytologica.

FUKAREK, P. 1979: Contemporary views on the taxonomy and nomenclature of Pinus leucodermis Ant. and Pinus heldreichii Christ. Posebni otisak glasnika Zemaljskog Museja, 18.

FUKAREK, P. 1979: Die pflanzengeographische Abgrenzung des illyrischen vom mösischen Gebiet. Phytocoenologia 6.

GAJIĆ, M. 1954: Phytocénoses des prairies et des forêts de Kosmaj. Zbor. rad. Inst. ekol. biogr. SAN Beograd 5.

GAJIĆ, M. 1961: Phytocoenosen und Standorte des Gebirges und ihre Degradationsphasen. Glasn. Šum. fak. Beograd 23.

GANČEV, I. 1961: Die Vegetation des Lozen-Gebirges und die Besonderheiten in ihrer Entwicklung. Bot. Inst. BAN, Sofia 8.

GANČEV, I. 1965: Restwälder in der Ebene von Stara Zagora und an den sie umgebenden Hügeln. Bot. Inst. BAN Sofia, 14.

GANČEV, I. und V. RUSAKOVA 1966: Mikroklimatische Untersuchungen über die Phytoumwelt der Buchen-, Kiefern- und Fichtengemeinschaften im Gebiet von Petrohan. Bot. Inst. BAN Sofia, 16.

GARELKOV, D. 1967: Grundprinzipien bei der typologischen Klassifikation der Buchenwälder in Stara-Planina. Gorskostop. Nauka, Sofia 4.

GEORGESCU, C. 1941: Ceretele ca tip de pădure. Revista Pădurilor, 53.

GIGOV, A. 1956: Bisherige Ergebnisse über die postglaziale Geschichte der Wälder Serbiens. Zbor. rad. Inst. ekol. biogeogr. SAN Beograd, 6.

GIGOV, A. und V. NIKOLIĆ 1960: Analyses polliniques de quelques tourbières en Croatie. Glas. Prir. muz. Beograd, 15.

GLAVAČ, V. 1958: Über die Waldgesellschaft der Linde und der Eibe (Tilio-Taxetum ass. nova.). Šum. list. Zagreb, 1–2.

GLAVAČ, V. 1959: Über die Waldgesellschaft der spitzblätterigen Esche und der Sommerknotenblume (Leucoio-Fraxinetum angustifoliae ass. nova). Šum. list. Zagreb, 1–3.

GLAVAČ, V. 1972: Über Höhenwuchsleistung und Wachstumsoptimum der Schwarzerle auf vergleichbaren Standorten in Nord-, Mittel- und Südeuropa. Schriftenr. Forstl. Fak. Univ. Göttingen 45.

GLAVAČ, V., H. ELLENBERG und I. HORVAT 1972: Vegetationskarte von Südosteuropa. Stuttgart.

GRAČANIN, Z. 1962: Verbreitung und Wirkung der Bodenerosion in Kroatien. Abh. Agrar- und Wirtschaftsf. europ. Osten. 21.

GRAČANIN, Z. 1963: Bodenreaktion und Basensättigung in den Buchenwaldgesellschaften Kroatiens. Vegetatio, 11.

GREBENŠČIKOV, O. 1950: O vegetacij centralnog dela Stare Planine. Zbor. rad. ekol. biogeogr. SAN, Beograd, 1.

GRINTESCU, I. 1931: Le problème du mélèze dans les carpathes roumaines. Guide de la sixième Excursion phytogéogr. int. Roumanie, Cluj.

HESS, M. 1972: Die klimatischen Höhenstufen der Westkarpaten. In: TROLL, C.: Erdwiss. Forschung 4, Wiesbaden.

HOČEVAR, ST., F. BATIĆ, A. MARINČIĆ und M. PISKERNIK 1980: The pannonian forests Donačka Gora and Belinovec. Zb. gozdarstvo in lesarstvo 18/1. Ljubljana.

HORÁK, J. 1960: Beitrag zur ökologischen Charakteristik der Auenwälder mit Vorkommen der schmalblätterigen Esche (Fraxinus angustifolia). Sbornik vys. skoly zem. v Brne, c, 4.

HORÁK, J. 1971: Westliche Tatra-Geobiozönosen der oberen Wald- und Krummholzgrenze. Prace –` Ceskoslov. Akad. Véd v Brne 5.

HORÁNSZKY, A. 1964: Die Wälder des Szentendre-Višegradener Gebirges. Vegetation ungarischer Landschaften, 4. Budapest.

HORVAT, A. O. 1968: Die Hainbuchen-Eichenwälder der Mecsek-Gegend in Südungarn. Feddes Repert. 77, 2.

HORVAT, A. O. 1972: Die Vegetation des Mecsek-Gebirges und seiner Umgebung. Budapest.

HORVAT, I. 1938: Pflanzensoziologische Walduntersuchungen in Kroatien. Glas. šum. 120 K. Zagreb 6.

HORVAT, I. 1950: Les associations forestières en Yougoslavie. Zagreb.

HORVAT, I. 1954: Pflanzengeographische Gliederung Südosteuropas. Vegetatio, 5–6.

HORVAT, I. 1956: Ein interessanter Föhrenwald im Obruč-Massiv. Biol. Glas. 9, Zagreb.

HORVAT, 1956: Die Vegetation der Karstdolinen – ein Beitrag zur Pflanzengeographie des Karstes. Geogr. Glasnik, Zagreb, 14/15.

HORVAT, I. 1957: Die Tannenwälder Kroatiens im pflanzensoziologischen und forstlichen Zusammenhang. Schweiz. Zeitschr. Forstw. 108.

HORVAT, I. 1958: Laubwerfende Eichenzonen Südosteuropas in pflanzensoziologischer, klimatischer und bodenkundlicher Betrachtung. Angew. Pflanzensoz. Stolzenau, 15.

HORVAT, I. 1959: Wärmeliebende Eichen- und Kiefernwälder Südosteuropas in systematischer Betrachtung. Biol. Glas. Zagreb. 12.

HORVAT, I. 1962: La végétation des montagnes de la Croatie d'Ouest. Acta biol. 2 Jug. Akad. Zagreb 30.

HORVAT, I. 1963: Šumske zajednice Jugoslavije. Šum. enciklopedija 2, Zagreb.

HORVAT, I., V. GLAVAČ und G. ELLENBERG 1974: Vegetation Südosteuropas. Stuttgart.

HORVATIĆ, S. 1939: Übersicht der soziologischen Vegetationseinheiten der Quarneroinsel Rab (Arbe). Prir. istr. Jug. Akad. Zagreb, 22.

HREN, VL. 1972: Ramino Korito, ein Buchenurwald. Šumarski list, 96.

HÜBL, E. 1959: Die Wälder des Leithagebirges. Verh. Zool.-bot. Ges. 98/99.

HÜBL, E. 1975: Die pflanzengeographische Stellung des pannonischen Raumes in Beziehung zu kontinentalen und mediterranen Klimaeinflüssen. Verh. Ges. Ökologie, Wien.

HÜBL, E. 79: Zur Pflanzengeographie des pannonischen Raumes. Burgenländisches Heimatbl. 41, 1 Eisenstadt.

JAHN, G. 1977: Die Fichtenwaldgesellschaften von Europa. In: SCHMIDT-VOGT: Die Fichte. Hamburg – Berlin.

JAKUCS, P. 1959: Über die ostbalkanischen Fliederbuschwälder. Acta bot. Acad. hung. 5.

JAKUCS, P. 1960: Nouveau classement cénologique des bois de chênes xérothermes (Quercetea pubescentis-petraeae Cl. nov.) de l'Europe Acta bot. Acad. scient. hung. 3–4.

JAKUCS, P. 1961: Die phytozönologischen Verhältnisse der Flaumeichen-Buschwälder Südostmitteleuropas. Budapest.

JANKOVIĆ, M. 1958: Beitrag zur Kenntnis der Panzerföhrenwälder (Pinetum heldreichii) auf den metochischen Prokletjen Arh. biol. nauka, Beograd 10.

JANKOVIĆ, M. 1959: A study in thermal conditions in some plant communities of mountains of Prokletje and of Metohija. Glas. Bot. zav. bašt. Univ. Beograd 1.

JANKOVIĆ, M. 1960: Betrachtungen über die gegenseitigen Beziehungen der Molika (Pinus peuce) und Panzerkiefer (Pinus heldreichii) sowie auch über ihre ökologischen Eigenschaften, besonders in bezug auf ihre geologische Grundlage. Glas. Bot. zav. bašt. Univ. Beograd, 2.

JANKOVIĆ, M und R. BOGOJEVIĆ 1962: Beitrag zur Kenntnis der endemischen Kiefernwälder (Panzerkiefer-Pinus heldreichii) und der Molika-Kiefernwälder (Pinus peuce) auf der Nordseite des Gebirges «Šar Planina» und dessen methochischen Ausläufern. Arh. biol. nauka, Beograd 3–4.

JOVANOVIĆ, B. 1953: Deux phytocénoses de la Serbie orientale. Zbor. rad. Inst. ekol. biogeogr. SAN, 3.

JOVANOVIĆ, B. 1954: La phytocénose Quercetum confertae-cerris comme indicateur biologique. Glas. Šum. fak. Beograd 8.

JOVANOVIĆ, B. 1955: Waldphytocönosen und Standorte der Suva Planina. Glas. Šum fak Beograd 9.

JOVANOVIĆ, B. 1955: Der Fichtenwald (Piceetum excelsae serbicum Greb.) auf der Suva Planina. Glas. Šum fak Beograd, 10.

JOVANOVIĆ, B. 1956: Über die klimatogene Phytocönose Südostserbiens. Zbor. rad. Inst. ekol. biogeogr. SAN, Beograd, 7.

JOVANOVIĆ, B. 1957: Über den Wald Heldreichs's Ahorn am Goč (Acereto-heldreichii-Fagetum). Arhiv Bioloških Nauka/Beograd.

JOVANOVIĆ, B. 1959: Beitrag zur Kenntnis der Waldphytocönose am Goč. Glas. Šum. fak. Beograd 16.

JOVANČEVIĆ, M. 1973: Quercus macedonica A. DC. (Syn. Qu. trojana) dans la flore Jugoslave. Istanbul Üniv., Orman Fakültesi, Yayinlari 1921/209.

JUNG, E. 1965: Über den Aufbau und die Entwicklung des farnreichen Zirben-Tannenwaldes (Pinetum dryopteridosum cembrae typicum) am Telezker See. Archiv Forstw. 14.

JURKO, A. 1958: Bodenökologische Verhältnisse und Waldgesellschaften der Donautiefebene. Slov. Akad. VIED, Bratislava.

JURKO, A. 1975: Waldgesellschaften des Zentralteiles der Ostslowakei und einige Fragen ihrer Syntaxonomie. Biologické Práce 3, 11.

IVAN, D. 1979: Fitocenologie si vegetatia Republicii Socialiste România. Ed. Did. Ped., Bucuresti.

IUCN 1971: United Nations list of National Parks and equivalent Reserves. Brussels.

KANTARCI, D. 1976: Die Gliederung der Waldgebiete Ost-Thrakiens auf Grund regionaler Standortsverhältnisse nach den natürlichen Baum- und Straucharten. Natbaa Teknisyenleri Kall. Sti. Istanbul.

KÁRPÁTIOVÁ, V., I. KÁRPÁTI, T. KRIPPELOVÁ und E. KRIPPEL 1961: Gesellschaft der Silberpappel und des gemeinen Wacholders bei Sturova. Biologia 16, Bratislava.

KÁRPÁTI, V., I. KÁRPÁTI und A. JURKO 1963: Bachbegleitende Erlenauen im eu-karpatischen und pannonischen Mittelgebirge. Biologia 8, Bratislava.

KÁRPÁTI, T.-V. 1968/69: Die zönologischen Verhältnisse der Donauauenwälder Ungarns. Verh. Zool. bot. Ges. Wien 108/9.
KERNER, A. 1863: Pflanzenleben der Donauländer, Wien.
KNAPP, R. 1944: Vegetationsstudien in Serbien. Halle (Saale).
KORNAŚ, J. 1968: Der Linden-Eichen-Hainbuchenwald (Tilio-Carpinetum) in den polnischen Karpaten. Feddes Repert. 77.
KORPEL, ST. und B. VINŠ 1965: Pestovanie jedle (Tannen-Monographie) Bratislava.
KORPEL, ST. 1967: Entwicklung und Altersstruktur des Buchenurwaldes im Vihorlat-Gebirge. Biologia 22, Bratislava.
KORPEL, ST. 1967: Urwald von Dobroč, seine Struktur, Entwicklung und Produktionsverhältnisse. Českosl. ochrana přirody. Zbornik 5, Bratislava.
KORPEL, ST. 1971: Aufbau, Entwicklungsstadien und Produktionsverhältnisse der Buchenurwälder auf dem Vihorlat. Zbornik 11, Bratislava.
KORPEL, ST. 1974: Der Badiner-Urwald. Zbornik vedeckych prac, 16/27, Zvolen.
KORPEL, ST. 1975: Das Schutzgebiet «Kasivarovaer Eichenwald» Zbornik vedeckych prac, 17/1.
KORPEL, ST. und L. PAULE 1976: Naturschutzgebiet Eichenreservation «Plavna». Českosl. ochrana přirody, 16.
KORPEL, ST. und L. PAULE 1976: Die Eibenvorkommen in der Umgebung von Hermanec, Slowakei. Arch. Naturschutz u. Landschaftsforsch. 16, Berlin.
KORPEL, ST. 1976: Der Urwald von Badin. Ecosystems, Wien.
KORPEL, ST. 1978: Entwicklung und Struktur der Fichten-Naturwälder in der Slowakei sowie ihre Funktionsfähigkeit als Lawinenschutz. Weißfluhjoch/Davos.
KOŠIR, Z. 1962: Übersicht der Buchenwälder im Übergangsgebiet zwischen Alpen und Dinariden. Mitt. Ostalpin-din. pflanzensoz. Arbeitsgem. 2.
KOŠIR, Z. 1979: Ekološke, fitocenološke i gozdnogospodarske lastinosti Gorjančev v Sloveniji. Zb. gozdarstva i lesarstva 17. Ljubljana.
KOVÁCS, M. 1966: Die Wirkung der geomorphologischen (expositionsbedingten), mikroklimatischen und Bodenfaktoren auf die Entwicklung des Standorts der azidophilen Wälder im Matra-Gebirge. Acta Bot. Acad. Sci. Hung. 12.
KOVÁCS, M. 1968: Die Acerion pseudoplatani-Wälder (Mercuriali-Tilietum und Phyllitidi-Aceretum) des Matra-Gebirges. Acta Bot. Acad. Sci. hung. 14.
KOVÁCS, M. 1969: Das Corno-Quercetum des Matra-Gebirges. Vegetatio 19.
KOVÁCS, M. und J. PODANI 1979: Zönologische Untersuchung der Traubeneichen-Zerreichenwälder der Tarna-Gegend (Nordungarisches Mittelgebirge). Phytocoenologia 6.
KRAUSCH, H. D. 1965: Vegetationskundliche Beobachtungen im Donaudelta. Limnologica Berlin.
KRZAKLEWSKI, W. 1974: The alders Alnus sp. in the Tatras. SODF, 3 Krakov.
KUBICEK, F. und A. JURKO 1975: Waldgesellschaften des östlichen Orava-Gebietes. Biolog. Pracé, 21. Bratislava.
KULCZYNSKI, ST. 1928: Die Pflanzenassoziationen der Pieninen. Bull. Acad. Polon. Sc. B.
KÜNDIG-STEINER, W. 1946: Nord-Dobrudscha; Beiträge zur Frage der Beziehungen zwischen Natur und menschlicher Tätigkeit in einer Region der pontischen Waldsteppen und Küstengewässer (Donaudelta) während des 19. und 20. Jahrhunderts. Istanbuler Schr. Zürich, 15.
LEIBUNDGUT, H. 1959: Über Zweck und Methodik der Struktur- und Zuwachsanalyse von Urwäldern. Schweiz. Z. Forstw. 110.
LEIBUNDGUT, H. 1966: Waldbauliche Aspekte zur Landschaftspflege. In: Der bedrohte Lebensraum. Graz.
LEIBUNDGUT, H. 1976: Die größten Fichten und Tannen. Schweiz. Z. Forstw. 127.
LEIBUNDGUT, H. 1982: Europäische Urwälder der Bergstufe, Bern – Stuttgart.
MAJER, A. 1968: Magyarország Erdötarsullásai (Die Waldgesellschaften Ungarns), Budapest.
MAJER, A. 1980: A Bakony Tiszafása. Budapest.
MAJER, A. 1981: Der eibenreiche Buchenwald von Bakony-Szentgál. Acta Bot. Acad. Scient. hung. 27.
MALOŞ, C. 1977: Flora şi vegetatia cormofitelor din bazinul superior al Motrului. Dissert. Bucureşti.
MARCU, GH. 1965: Ökologisches und forstwissenschaftliches Studium über Quercus frainetto (Ten.) zwischen Olt und Teleorman. Inst. cercetâri forest. Bucarest.
MARCU, G. 1969: Ökologische Bedingungen der Erscheinung der Weißbuche in den Quercus frainetto-Beständen im Westen der rumänischen Ebene. Feddes Rep. 79.
MARINČEK, L. und M. ŽUPANČIĆ 1977: Der vordinarische submontane Buchenwald im Tal von Ribnica-Kočevje. Biol. Vestn. Ljubljana 25.
MARINČEK, L. und M. ŽUPANČIĆ 1978: Das Mosaik der Pflanzengesellschaften im Bereich einer verlassenen Kulturlandschaft. Ber. Int. Symposien, Assoziationskomplexe, Vaduz.

Marinček, L. und M. Župančić 1979: Beitrag zur Problematik der azidophilen Buchenwälder in Slavonien. Ass. of ecological Societies of Yugoslavia.
Marinček, L. 1979: Der voralpine Wald der Hainbuche in Slavonien (Carpinetum praealpinum ass. nova), Phytocoenologia 6.
Marinček, L. 1980: Die Waldgesellschaften in Südost-Slowenien auf klastischen Sedimenten, Razprave. Diss. 32, 2. Ljubljana.
Marinček, L., I. Puncer und M. Župančić 1980: Ostryo-Fagetum in Slowenien. Biološki Vestnik, 28, 2. Ljubljana.
Marinček, L. 1981: Der voralpine Wald Lamio orvalae-Fagetum praealpinum in Slowenien. Razprave Diss. 32. Ljubljana.
Markgraf, Fr. 1931: Die Wälder Albaniens. Zeitschr. f. Forstw. u. Jagdw. 63.
Markgraf, F. 1932: Pflanzengeographie von Albanien. Bibl. bot. Stuttgart 105.
Markgraf, F. 1938: Die pflanzengeographische Stellung der deutschen Waldgebiete, nachgewiesen an ihrem Grenzverhalten in Südeuropa. Ber. Deut. Bot. Ges. 56.
Markgraf, F. 1949: Eine neue Höhenstufenkarte der Vegetation Albaniens. Bericht Geobot. Inst. Rübel, Zürich.
Mattfeld, J. 1929: Die pflanzengeographische Stellung Ost-Thrakiens. Verh. bot. Ver. Prov. Brandenburg, 71.
Matuszkiewicz, W.-A. 1973: Pflanzensoziologische Übersicht der Waldgesellschaften von Polen. Teil 1. Die Buchenwälder. Phytocoenosis 2, 2.
Matuszkiewicz, J. 1977: Pflanzensoziologische Übersicht der Waldgesellschaften. 4. Die Fichten-Tannenwälder. Phytocoenosis 6, 3.
Mauve, K. 1931: Über Bestandesaufbau, Zuwachsverhältnisse und Verjüngung im galizischen Karpatenwald. Hannover.
Mayer, H., M. Neumann und H. G. Sommer 1979: Das Urwaldreservat Čorkova Uvala im Kroatischen Nationalpark Plitvicer Seen. Schweiz. Zeitschr. Forstw. 130.
Mayer, H. 1979: Die höchsten Bäume Europas – Waldvegetationskundliche Voraussetzungen für ein optimales Wachstum. Phytocoenologia 6.
Mayer, H. und M. Neumann 1980: Struktureller und entwicklungsdynamischer Vergleich der Fichten-Tannen-Buchen-Urwälder Rothwald/Niederösterreich und Čorkova Uvala/Kroatien. Forstw. Cbl. 100.
Mayer, H. 1984: Waldbau. 3. Auflage. Stuttgart – New York.
Mayer, H. 1984: Waldbauliche Beurteilung der Panzerföhre (Pinus leucodermis Ant. – Pinus heldreichii Christ). Oberdorfer-Festschrift (im Druck).
Medwecka-Kornaś, A. 1955: Les associations forestières Gorce. Ochrony Przyrody 23.
Medwecka-Kornaś, A. 1966: Forest and scrub-associations. In: Szafer: The vegetation of Poland. Warzsawa.
Medwecka-Kornaś, A. und J. Kornaś 1968: Plant communities in the Jaszcze and Jamne valleys. Zaklad ochrony. Przyrody Akad. nauk. A. Z.
Meusel, H., E. Jäger und E. Weinert 1965: Vergleichende Chorologie der zentraleuropäischen Flora. Jena.
Mihai, G. 1971: Vegetaţia lemnoasă din zona forestieră a bazinului Başeu. Stud. Ćom. Muz. St. Nat. Bacău.
Misić, V. und M. Popović 1960: Phytocoenologic analysis of spruce forests in Kopaonik Montains. Zbor. rad. Biol. Inst. Srb. 3.
Mlinšek, D. 1960: Wachstum und wirtschaftlicher Wert der Schwarzerle. Murska Sobota.
Mlinšek, D. 1967: Wachstum und Reaktionsfähigkeit der Urwaldbuchen auf der Balkanhalbinsel (Bosnien). Univerza v Ljubljane. Biotechn. Fak.
Mlinšek, D. 1968: Umwandlung degradierter Wälder und Pionierwaldbestände in Slowenien. Iz gozdarskego Vestnika.
Mlinšek, D. 1969: Die Gesetzmäßigkeiten in der Entwicklung des Tannen-Buchen-Waldes auf dem Karst und die Theorie des Plenterwaldes. Beih. Zeitschr. Schweiz. Forstver. 46.
Mlinšek, D. 1969: Waldschadensuntersuchungen am Stammkern von erwachsenen Tannen im dinarischen Tannen-Buchen-Urwald. Forstw. Cbl. 88.
Mlinšek, D. und M. Župančić 1974: Über den Jahresverlauf des Höhenwachstums in Buchendickungen des dinarischen Tannen-Buchen-Urwaldes. Zbornik gozdarstva i lesarstvo 12, Ljubljana.
Miletić, Z. 1930: Recherches sur la structure des peuplements de hêtre dans les forêts du caractère de forêt-vièrge. Šum. list, Zagreb. Liv.
Morariu, J., P. Ularu, M. Danciu und E. Lungescu 1968: Făgetele de pe Măgura Codlei. Bulet. Inst. Polit. Braşov, B. 10.
Morariu, J., P. Ularu, M. Danciu und E. Lungescu 1970: Gorunetele de pe Măgura Codlei Bulet. Inst. Polit. Braşov, B. 12.
Movčan, J. et al. 1974: Plitvica Jezera, čovjek i priroda. Nacionalni Park Plitvička Jezera.

MÜLLER, K. M. 1928: Untersuchungen über Pinus peuce und Pinus leucodermis in ihren bulgarischen Wuchsgebieten. Mitt. Staatsforstv. Bayerns, 19.
MÜLLER, K. M. 1929: Aufbau, Wuchs und Verjüngung der südosteuropäischen Urwälder. Hannover.
MYCZKOWSKI, ST. 1960: The upper forest limit in the Morskie Oko valley, Polish Tatra Montains. IUCN Congr. Warszava.
MYCZKOWSKI, ST. 1967: Ecology of spruce, Picea abies Karst. near the timber line in the forest association Piceetum tatricum in the Polish Tatra National Park. Int. Symp. Biology of wood plants. Nitra.
MYCZKOWSKI, ST. 1969: Die Zirbe (Pinus cembra L.) – ein Hochgebirgsbaum der Tatrawälder. Zbornik TANAP 11, Osvetá.
MYCZKOWSKI, ST. 1972: Native tree species of the Tatra National Park. Academy of Agric., Cracow.
MYCZKOWSKI, ST. 1972: Structure and ecology of the spruce association Piceetum tatricum at the upper limit of its distribution in the Tatra National Park. Forest Fac. Cracow, Poland.
MYCZKOWSKI, ST. 1973: Ecology of spruce (Picea abies Karst.) near the timber line in the forest association Piceetum tatricum in the Polish Tatra National Park. Int. Symposium Biology Woody Plants, 1967. Bratislava.
MYCZKOWSKI, ST. und Z. BEDNARZ 1974: The stone pine (Pinus cembra L.), SUDF, 3, Kraków.
MYCZKOWSKI, ST. und J. LESIŃSKI 1974: The distribution of native trees species in the Tatra mountains. Studia ośrodka dokumentacji fizjograficznej. 3. Polska Akad. Nauk, Warszawa.
NEDJALKOV, S. 1963: Pinus peuce in Bulgarien. Schweiz. Zeitschr. f. Forstw. 114.
NEUHÄUSL, R. und Z. NEUHÄUSLOVÁ-NOVOTNÁ 1964: Vegetationsverhältnisse am Südrand des Schemnitzer Gebirges. Biologické Práce X/4
NEUHÄUSL, R. und Z. NEUHÄUSLOVÁ-NOVOTNÁ 1968: Übersicht der Carpinion-Gesellschaften der Tschechoslowakei. Feddes Repert. 78.
NEUHÄUSL, R. 1969: Phytozönotische Untersuchung der tschechoslowakischen Buchenwälder. Vegetatio 16.
NEUHÄUSL, R. und Z. NEUHÄUSLOVÁ-NOVOTNÁ 1969: Versuch einer Rekonstruktion der natürlichen Vegetation des Proprader Teiles des Zipser Beckens (N-Slowakei). Preslia, Praha 41.
NEUHÄUSLOVÁ-NOVOTNÁ, Z. 1970: Beitrag zur Kenntnis der Waldgesellschaften der kleinen Karpaten/ Slowakei. I. Phytozönologische Verhältnisse. Folia Geobot. phytot. 5.
NIKLFELD, H. 1973: Natürliche Vegetation (der Donauländer). In: Atlas der Donauländer. Karte 1:2 000 000.
NIKLFELD, H. 1978: Bemerkungen über die räumliche Gliederung der natürlichen Vegetation der Donauländer. Mitt. Ostalp.-dinar. Ges. Vegetationsk. 14.
NIKOLOVSKI, T. 1951: Beitrag zur Kenntnis der Edelkastanienwälder der NR Mazedonien. God. Šum. inst. Skopje 1.
OBERDORFER, E. 1947: Gliederung und Umgrenzung der Mittelmeervegetation auf der Balkanhalbinsel. Ber. Geobot. Inst. Rübel.
OBERDORFER, E. 1948: Die regionalen Waldgesellschaften Thessaliens, Südmakedoniens und Thrakiens (Mskr).
OBERDORFER, E. 1957: Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Pflanzensoziologie, 10. Jena.
PAPAIOANNOU, J. K. 1957: Die Panzerkiefer (Pinus heldreichii Christ.). Ihre geographische Verbreitung und die Waldformationen im griechischen Teil des südlichen Orvilosgebirges. Athen.
PAŞCOVSCHI, S. und V. LEANDRU 1958: Tipuri de pădure din RPR. Ed. Agrosilvică, Bucureşti.
PAŞCOVSCHI, S und DONIŢA, N. 1967: Vegetaţia lemnoasă din silvostepa Romăniei, Bucureşti.
PAUCĂ, A. 1941: Etude phytosociologique dans les Monts Codru et Muma. SIGMA 75, Montpellier (Acad. Rom. Bucureşti)
PAUCĂ, A., G. DIHORU und N. DONIŢĂ 1962: Elementi flori Babadaga. Rev. biol. Acad. RPR, 7.
PĂUN, M und GR. PODESCU 1975: Date asupra vegetaţiei cursului superior al Olţetului. Lucrări şt. Univ. Craiova.
PAVLOVIĆ, Z. 1951: La végétation de la Montagne Zlatibor. Zbor. Inst. ekol. biogeogr. SAN, Beograd, 2.
PAVLOVIĆ, Z. 1964: Föhrenwälder auf Serpentin in Serbien. Glas prir. muz. Beograd 19.
PAWŁOWSKI, B., M. SOKOŁOWSKI u. K. WALLISCH 1927: Die Pflanzenassoziationen des Tatra-Gebirges. 7. Teil: Die Pflanzenassoziationen und die Flora des Morskie Oko-Tales. Bull. Acad. Polonaise des Sci. et Lettres B.
PENEV, N. 1963: Untersuchungen über den Holzartenwechsel im Gebirge «Slavjanka» Izw. Bot. Inst. BAN, Sofia 11.
PENKA, M. et al. 1974: Ecosystem study of Floodplain Forest in South Moravia. Czechoslovak Int. Biolog. Programme Report 4, Brno.
PETROV, S. 1958: Die Sphagnum-Moore in den Nadelwäldern der Westrhodopen. Izv. Bot. Inst. BAN, Sofia 6.
PINTARIĆ, K. 1959: Urwald in Jugoslawien. Schweiz. Z. Forstw. 100.

PINTARIĆ, K. 1976: Silvicultural problems in the management with the beech high forests in Bosna and Herzegovina Jugoslavija). IUFRO-Welt Kongreß, Oslo.

PINTARIĆ, K. 1980: Revitalisierung der Waldvegetation auf dem Karst der Dinariden Jugoslawiens und die waldbaulichen Maßnahmen. Waldbau unter ökologisch und wirtschaftlich extremen Bedingungen. IUFRO-Abtlg. 1, Thessaloniki-Athen.

PISKERNIK, M. 1979: Die Vegetation der Rot- und Schwarzföhrenwälder des slowenischen Gebietes. Zb. gozd. i les. L. 17/2.

PLESNÍK, P. 1971: Die obere Waldgrenze in der Hohen und Belaer Tatra. Slov. Akad. Vied. Bratislava.

PÓCS, T. 1959: Die zonalen Waldgesellschaften Südwestungarns. Acta botanica Acad. Sc. Hungariae, 6. Budapest.

PÓCS, T. et al. 1968: Vegetationsstadien in Örseg (ungarisches Ostalpenvorland). Vegetation ungarischer Landschaften, 2, Budapest.

POP, E. 1931: Die postglaziale Waldsukzession in Rumänien aufgrund von Pollenanalysen. Guide de la sixième Excursion phytogeogr. int. Roumanie, Cluj.

POP, E. 1936: Neue Beiträge über die Verbreitung und Vegetation von Pinus sylvestris in den Karpaten. Bulet. Grad. Bot. Muz. Botanic. Univ. Cluj, 16.

POP, E. 1943: Beiträge zur Geschichte der Wälder Nordsiebenbürgens. Bul. Grad. Bot. Cluj 22.

POP, E. 1957: Les recherches pollenanalytiques en Roumanie et leurs resultats. Bot. Žurn. Moskva 42.

POP, E. 1960: Mlaştimile de Turbă din RPR. Ed. Academiei RPR, Bucureşti.

POP, E. 1971: Vegetatia dealurilor de la Baia de Arieş (jud. Alba) cu unele conisideraţii fitocenologice comparative asupra gorunetelor acidofile din România. Contribuţii Botanice, Bluj.

PRIESOL, A. und D. RANDUŠKA 1967: Der Urwald von Dobroč (Dobročsky Prales), Zvolen-Bratislava.

PRODAN, I. 1928: Kurze Beschreibung der Pflanzengenossenschaften des Tieflandes zwischen der Donau und der Theiss und zwischen der Theiss und den Ausläufern der Karpaten und die Hauptfaktoren, welche die Vegetation beeinflussen. Cluj.

PRŮŠA, E. 1976: Der Urwald Bila Opava. Lesnictvi 49/22, Praha.

PUNCER, I und M. ŽUPANČIĆ 1970: Der Buchen-Tannenurwald «Rajhenavski Rog» in Slowenien. Posebna izdanja, 15/4, Sarajevo.

PUNCER, I. 1970: Vergleich der Vegetationsgrenzen bzw. der Vegetationsprofile in verschiedenen Gebirgssystemen auf Karbonat- und Silikatunterlage in Slowenien. Mitt. Ostalp.-Din. Ges. f. Vegetkde. 11.

PUNCER, I, T. WOJTERSKI und M. ŽUPANČIĆ 1974: Der Urwald Kočevski Rog in Slowenien. Fragmenta floristica et geobotanica 20/1.

PUNCER, I. 1978: Die Waldvegetation und die Waldreste in der Gegend von Kočevje. Mitt. Ostalp. Din. Ges. Vegetkde. 14.

PUNCER, I. und M. ŽUPANČIĆ 1979: Two new associations of Durmast Oak in Slovenia (Melampyro vulgati-Quercetum petraeae ass. nova s. l.) Scopolia 2, Ljubljana.

PURCELEAN, ST. 1966: Tipurile naturale de pădure din bazinul superior al Teleajenului. Inst. de Cercetări Forestiere, Bucureşti.

PURCELEAN, ST. 1968: Synthese typologischer Forschung über die Grundwaldtypen Rumäniens. Inst. Cercet. Forest. Bucureşti.

PUŞCARU, D. et al. 1956: Pas unile alpine din Muntii Buceği. Acad. R.P.R. Monogr. 4.

PUŞCARU, D. und E. SOROCEANU 1959: Die Zonen des natürlichen Grünlandes in der Rumänischen Volksrepublik. Tagungsber. Dt. Akad. Landw. Berlin.

PUŞCARU, D., E. SOROCEANU, S. CSÜRÖS und A. POPOVA-CUCU 1981: Die Vegetation der Wiesen und Weiden des Făgăraş-Gebirges in den Südkarpaten. Phytocoenologia 9, 3.

RANDUŠKA, D. 1963: Über die Standortsverhältnisse in Fichtenoptimumgebieten der Slowakei. Wiss. Zeitschr. TU Dresden, 12.

RANDUŠKA, D. 1978: Rekonstruktion der oberen Waldgrenze und der Latsche im Gebirge Nizke Tatry. Zbornik vedeckych prac, 20, 2.

RANDUŠKA, D. 1980: Die Waldgesellschaften der slowakischen Wälder. Manuskript.

RAŢIU, O, J. GERGELY und N. BOŞCAIU et al. 1966: Flora i vegetatia rezervatiei naturale «Defilene Crişului Repede». Contributii Botanice I, Cluj.

RAŢIU, O., J. GERGELY und J. MOLDOVAN 1977: Consideratii fitocenologice asupra padŭrilor depresionare din Tara Oasului. Contributii Botanice, Cluj.

RAUŞ, D. 1973: Phytocoenological characteristics and vegetation map of the faculty forests of «Lubardenik» and Opeke at Lipovljani. Preštampano iz Šumarskog lista broj 5–6, Zagreb.

RAUŠ, D. 1975: Stieleichenwälder Slawoniens. Problems of Balkan Flora and Vegetation, Sofia.

RAUŠ, D. 1976: Vegetationsuntersuchungen in den Wäldern des Spavča-Beckens in Kroatien, Zagreb, IURFRO-Kongress, Oslo.

RESMERIŢĂ, J. 1975: Synthese de la végétation de la province Maramuruš. Phytocoenologia 2.

RICHARD, S. L. 1961: Les forêts acidophiles du Jura. Beitr. geobot. Landesaufn. Schweiz, 38.
RITTER-STUDNIČKA, H. 1963: Die Pflanzendecke auf Serpentin in Bosnien. God. Biol. Inst. Sarajevo, 1–2.
RITTER-STUDNIČKA, H. 1970: Die Vegetation der Serpentinvorkommen in Bosnien. Vegetatio, 21.
ROISIN, P. und H. THILL 1972: Excursions forèstières en Yugoslavie. Bull. Société Royale Forest. Belgique.
ROMAN, N. 1974: Flora şi vegetaţia din sudul Podişului Mehedinţi. Ed. Academiei RSR, Bucureşti.
RÜBEL, E. 1930: Ergebnisse der Internationalen Pflanzengeographischen Exkursion durch die Tschechoslowakei und Polen 1926. Veröff. Geobot. Inst. Rübel 6, Zürich.
RUŽIČKA, M. 1961: Flechten-Kiefernwald auf den Flugsanden der Tiefebene Záhorská Nižina. Biologia 16, Bratislava.
RUŽIČKA, M. 1964: Geobotanische Verhältnisse der Wälder in Sandgebieten der Tiefebene Záhorská Nižina (Südwestslowakei). Biologicke PRace 10, 1, Bratislava.
SAMEK, V. und JANČAŘIK, A. KRIESL und J. MATERNA 1957: Die Waldgesellschaften der Nordabhänge der Hohen Tatra (Teil I. Javorina-Tal). Lesnicky časopis 3, 1.
SAMEK, V. und M. JAVUREK 1964: Waldgesellschaften des Naturschutzgebietes Mionsi. Acta Musei Silesiae c, 3.
SANDA, V. et al. 1970: Contribution a l'étude phytocenologique des forêts de la plaine alluviales et des hétraies du défilé de l'Olt. Rev. roum. biol.-bot. Bucarest, 15.
SANDA, V. und A. POPESCU 1972: Contribuţii la cunoaştera vegeataţiei lemnoase din Cîmpia Română. St. Cerc Biol. Botanica 24, 5.
SCHRÖTT, L. 1972: Flora şi vegetatia rezervaţiei naturale Beuşnita-Cheile Nerei. Dissert. Bucureşti.
SCHÜTZ, J. P. 1969: Étude des phenomenes de la croissance en hauteur et en diamètre du sapin (Abies alba Mill.) et de la picea (Picea abies Karst.) dans deux peuplements jardinés et une forêt vierge. Diss. ETH. Zürich.
ŠERCELJ, A. 1963: Die Entwicklung der Würm- und Holozänvegetation in Slowenien. Razprave Sazu, Ljubljana 7.
SIMON, T. 1957: Die Wälder des nördlichen Alföld. Vegetation ungarischer Landschaften 1, Budapest.
SIMON, T. 1977: Vegetationsuntersuchungen im Zemplener Gebirge. Vegetation ungarischer Landschaften 7, Budapest.
SLAVNIĆ, Z. 1952: Die Niederungswälder der Vojvodina. Nauč. Zbor. Mat. srp. 2.
SOKOŁOWSKI, M. 1928: La limite supérieure de la forêt dans le Massiv des Tatras. Zakłady Karnickie, Krakow 1.
SOMORA, J. 1969: Die theoretische Problematik der Waldgrenze. Zbornik TANAP, Osveta.
SOMŠAK, L. 1979: Poo chaixii-Fagetum, eine eigene Assoziation in den Westkarpaten. Phytocoenologia 6.
SOÓ, R. 1926: Die Entstehung der ungarischen Puszta. Ung. Jb. 6.
SOÓ, R. 1929: Die Vegetation und die Entstehung der ungarischen Puszta. The Journal of Ecology 17.
SOÓ, R. 1930: Beiträge zur Kenntnis der Flora und der Vegetation des Balaton-Gebietes. Mag, bot. inst. munk. 3.
SOÓ, R. 1930: Vergleichende Vegetationsstudien: Zentralalpen-Karpaten-Ungarn. In: Veröff. Geobot. Inst. Rübel Zürich, 6.
SOÓ, R. 1937: Wälder und Waldtypen des Sandgebietes Nyirseg. Erdészeti Kisérletek, 39.
SOÓ, R. 1951: Les associations végétales de la Moyenne Transsilvanie 1. Les associations forestières. Ann. listov. natural. Musei Nat. Hungarici 1.
SOÓ, R. 1957: Systematische Übersicht der pannonischen Pflanzengesellschaften. Acta bot. Acad. Scient. Hung. 2.
SOÓ, R. 1958: Die Wälder des Alföld. Acta Bot., Budapest.
SOÓ, R. 1960: Übersicht der Waldgesellschaften und Waldtypen Ungarns. Erdö.
SOÓ, R. 1962: Systematische Übersicht der pannonischen Pflanzengesellschaften, V. Gebirgswälder. Acta Bot. Acad. Scient. Hung. 8.
SOÓ, R. 1964: Die regionalen Fagion-Verbände und Gesellschaften Südosteuropas. Stud. biol. Hung., 1, Budapest.
SOÓ, R. 1966: Das heutige Bild der Vegetation Ungarns. Ann. Bot. Fennici 3.
SOÓ, R. 1968: Neue Übersicht der höheren zönologischen Einheiten der Ungarischen Vegetation. Budapest.
SOÓ, R. 1969: Die Fagion dacicum-Wälder in Rumänien. Rev. roum. biol.-bot. 14.
SOÓ, R. 1974: Die Pflanzengesellschaften der mitteleuropäischen Buchenwälder in Ungarn. Acta Bot. Acad. Scient. Hung. 20.
STAMENKOVIĆ, V., V. MIŠČEVIĆ, ST. BANKOVIĆ und M. VUČKOVIĆ 1980: Biologische und produktionsökologische Eigenschaften der Weißtanne auf dem Goč-Gebirge/Jugoslawien. Int. Tannen-Symposium, Wien.
STEFANOVIĆ, V. 1958: Die Naturwaldgesellschaft der Föhre (Pinetum silvestris dinaricum prov.) in Westbosnien und ihre Charakteristik. Arbeiten Fak. f. Landw. u. Forstw. 3, 3, Sarajevo.

Stefanović, V., und B. Popović 1960: Waldvegetation auf Werfener Sandstein und Tonschiefer im Gebiet Ostbosnien. Angew. Pflanzensoz. 18, 19, Wien.
Stefanović, V. 1960: Waldtypen der gemeinen Kiefer im Kalksteingebiet Ostbosnien. Rad. Nauč. dr. Bosne i Herc. 16.
Stefanović, V. und B. Popović 1961: Waldvegetation auf Werfener Sandstein und Tonschiefer im Gebiet Ost- und Südbosniens. Rad. Šum. fak. Sarajevo 6.
Stefanović, V. 1964: Waldvegetation auf Werfener Sandstein und Tonschiefer im Gebiet Ost- und Südbosniens. Rad. Šum. fak. Sarajevo 3.
Stefanović, V. 1969: Die Fichtenwälder in Bosnien und in der Herzegovina. Mittl. Ostalp.-din. pflanzensoz. Arbeitsg. 6.
Stefanović, V. 1970: Ein Blick auf die rezente Sukzession der Tannen-Buchen-Urwälder in Bosnien. Acad. Sarajevo 15.
Stefanović, V. 1970: Aceri visianii-Piceetum alpinum. Die neue Gesellschaft des griechischen Ahorns und Fichte in den Dinariden. Mitt. Ostalp.-din. Ges. f. Vegetkde. 11.
Steiner, D. 1957: Die Eichenwälder des Savetales. Schweiz. Ztschr. Forstw. 108.
Stjepanović-Veseličič, L. 1953: La végétation des sables de Deliblato. Srp. akad. Nauka, Beograd 216.
Stojanov, N. 1929: Der Longos-Wald in Bulgarien. Englers bot. Jb. 62.
Strnka, M. 1969: Zur Problematik der Aufforstung und des Schutzes der Kulturen in Hochgebirgsgebieten. Zbornik Tanap Osveta.
Szodfridt, I. 1978: Standortstypen der Waldgesellschaften in Ungarn. Acta Bot. Acad. Scient. Hung. 24/1–.
Toth, M. 1878: Die Zukunft der Ungarischen Tiefebene. Kalocsa.
Tregubov, S. S. 1941: Les forêts vierges montagnardes des Alpes Dinariques. Massif de Klekovatcha-Guermetch. Comm. Sigma 78, Montpellier 1941.
Tregubov, S. S. 1941: Le Piceetum omoricae. Stat. Int. Geobot. Mediterr. et Alpin Montpellier, 77.
Tregubov, V. et al. 1957: Futaies jardinées de Sneźnik. Inst. gozd. les. gosp. Ljubljana, 4.
Tregubov, V. 1962: Associations du groupe Abieti-Piceetum de la région Karstique occidentale des Alpes Dinariques. Mitt. ostalpin.-dinar. pflanzensoz. Arbeitsgem. 2.
Tschermak, L. 1949: Die Eibe im städtischen Forstamt Neusohl, Slowakei; die größten bisher bekannten Eiben-Vorkommen in Europa. Forstw. Cbl. 68.
Tschermak, L. 1950: Waldbau auf pflanzengeographisch-ökologischer Grundlage, Wien.
Tüxen, R. und E. Oberdorfer 1958: Eurosibirische Phanerogamen-Gesellschaften Spaniens mit Ausblicken auf die alpine und die Mediterranregion dieses Landes. Veröff. geobot. Inst. Rübel Zürich 32.
Vida, G. 1963: Die zonalen Buchenwälder des ostkarpatischen Florenbezirkes (Transsilvanicum) aufgrund von Untersuchungen im Parîng-Gebirge. Acta Bot. Acad. Scient. Hung. 9.
Vukičević, F. 1965: Association of Ostryeto-Quercetum petraeae serpentinicum on the Montain Goč. 6. Zaštita prirode, Beograd, 27/28.
Vyskot, M. et al. 1981: Tschechoslowakische Urwälder. Praha.
Weinert, E. 1968: Zur Chorologie der submeridionalen Eichen-Hainbuchenwälder des südöstlichen Europa. Feddes Repert. 78.
Wendelberger, G. 1954: Steppen, Trockenrasen und Wälder des pannonischen Raumes (zugleich Versuch einer Neufassung der Ösmatra-Theorie als Waldsteppentheorie). Angew. Pflanzensoz. Wien, 1.
Wendelberger, G. 1959: Die Waldsteppen des Pannonischen Raumes. In: Lüdi, W.: Ergebnisse d. Int. pflanzengeogr. Exkursion durch die Ostalpen 1956. Veröff. Geobot. Inst. Rübel, Zürich 35.
Wendelberger, G. 1963: Die Schwarzföhrenwälder Südosteuropas. Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem. N. F. 10.
Wessely, J. 1873: Der europäische Flugsand und seine Kultur. Wien.
Wraber, M. 1956: Über das Problem des Vegetationsklimaxes auf Pohorje. Biol. vestnik, Ljbuljana, 4.
Wraber, M. 1958: Pflanzensoziologische Darstellung der Edelkastanienwälder in Bosnien und der Hercegovina. God. Biol. Inst. Sarajevo, 1–2.
Wraber, M. 1958: La sapinière préalpine en Slovenie. Biol. Vestnik 6.
Wraber, M. 1960: Pflanzensoziologische Gliederung der Waldvegetation in Slowenien. Ann. hort. bot. Labacensis.
Wraber, M. 1964: Die Vegetation des slowenischen Buchenwaldes im Lichte der Ökologie und der Palynologie. Biol. vestnik Ljubljana 12.
Wraber, M. 1967: Ökologische und pflanzensoziologische Charakteristik der Vegetation der slowenischen Küstenländer. Karstgebiet. Mitt. Ostalp. din. pflanzensoz. Arbeitsgem. 7.
Wraber, M. 1969: Der subalpine Fichtenwald im Karstgebiet von Kočevje und seine chorologisch-ökologische Problematik. Nature conservation 6, Ljubljana.
Wraber, M. 1969: Pflanzengeographische Stellung und Gliederung Sloweniens. Vegetatio 17.
Wraber, M. 1970: Zur Topographie, Ökologie und Soziologie der slowenischen Urwälder. Acad. Sarajevo, 15.

Yaltirik, F. 1966: A study on the floristic analysis of vegetation of the Belgrad Forest and composition of the main stand types. Istanbul.

Zlatarić, B. 1948: Jeden specjalni nacin prirodnog pomladenje smreke. Sum. list. Zagreb.

Zólyomi, B. 1957: The zonal plant associations of Hungary. Acta bot. acad. scient. hung. 1.

Zólyomi, B. 1957: Der Tatarenahorn-Eichen-Lößwald der zonalen Waldsteppe (Aceri tatarici-Quercetum). Acta Bot. Acad. Scient. hung. 3.

Zólyomi, B. 1980: Landwirtschaftliche Kultur und Wandlung der Vegetation im Holozän am Balaton. Phytocoenologia 7.

Župančić, M. 1967: Der dinarische Bergahorn-Buchenwald (Aceri-Fagetum dinaricum) im slowenischen Karstgebiet. Mitt. ostalp.-din. pflanzensoz. Arbeitsgem. 7.

Župančić, M. 1978: Die Vegetation der Frostmulde Smrečje (Trnovski gozd). Mitt. Ostalp. Ges. Vegetat. kde. 14.

Župančić, M. 1980: Die Fichtenwälder der Frostlagen im Dinarischen Gebiet Sloweniens. Slovenska akademia znamosti i umetnosti, 24. Ljubljana.

Südeuropäische Hartlaubwaldregion

Abi-Saleh, B., M. Barbéro, I. Nahal und P. Quézel 1976: Les séries forestières de végétation du Liban. Bull. Soc. bot. Fr. 123.

Abi-Saleh, B. 1978: Étude phytosociologique, phytodynamique et écologique des peuplements du Liban. Thèse Univ. Aix-Marseille.

Achbal, A., O. Akabli, M. Barbéro, A. Benabid, A. M'Hirit, A. Peyre, C. Quézel und P. Rivas-Martinez 1980: A propos de la valeur bioclimatique et dynamique de quelques essences forestières au Maroc. Ecologia Mediterranea 5.

Adamović, L. 1929: Die Pflanzenwelt der Adrialänder. Jena.

Adamović, L. 1933: Die pflanzengeographische Stellung und Gliederung Italiens. Jena.

Akman, Y. 1962: Étude bioclimatique de la Turquie. Thèse Fac. Sc. Montpellier.

Akman, Y. 1962: Végétation sylvatique du Massiv de l'Amanus. Thèse Univ. Montpellier.

Akman, Y. und Ph. Daget 1971: Quelques aspects synoptiques des climats de la Turquie. Bull. Soc. Lang. Geogr. 5, 3.

Akman, Y. 1972: The vegetation of Beynan Forests. Comm. Fac. Sc. Ankara 16, C.

Akman, Y. 1973: Aperçu préliminaire sur les conditions phyto-écologiques de la chaîne de l'Amanus. Comm. Fac. Ankara 50.

Akman, Y. 1974: Étude phytoécologique de la région de Beypazari et Nallilan. Comm. Fac. Sc. Ankara 18, C.

Akman, Y. 1976: Étude phytosociologique du Massif d'Işik. Comm. Fac. Sc. Ankara, 20.

Akman, Y. und O. Ketenoğlu, 1976: The phytosociological and phyto-ecological investigation on Ayas mountains. Comm. Fac. Sc. Ankara, 20.

Akman, Y., M. Barbéro und P. Quézel 1978/79: Contribution à l'étude de la végétation forestière d'Anatolie méditerranéenne. Phytocoenologia, 5.

Aksoy, H. und H. Mayer 1975: Aufbau und Bedeutung nordwestanatolischer Gebirgswälder. Cbl. ges. Forstw. 92.

Alexandris, S. G. 1974: Humusform, Nährelementvorräte und Ernährungszustand von Fichtenbeständen in Griechenland. Schweiz. Z. Forstw. 125.

Allegri, E. 1975: La pioppocoltura in Val Padana. Ann. dell'Istituto Sperimentale per la Selvicoltura, 6, Arezzo.

Allorge, V. 1949: Sur quelques aspects de la végétation aux environs de Bragança. Portugalia Acta Biolog. (B).

Ammer, U. und G. Gutschick 1964: Ein Beitrag zur Forstwirtschaft in Spanien. Holz-Zentralbl. 107.

Anić, M. 1953: Eurasian Chestnut (Castanea sativa Mills.) on the island of Cres, Croatia. Glasnik šum. pok. Zagreb, 7.

Anić, M. 1957: Austrian pine (Pinus nigra Arn.) on the northern part of Velebit. Glasnik šum. pok. Zagreb, 7.

Arbez, M. 1969: Répartition, écologie et variabilité des sapins de Turquie du nord. Ann. Sci. Forest. 26, 2.

Arrigoni, P. V. 1968: Fitoclimatologia della Sardegna. Webbia 23.

Aritio, L. B. 1975: Los parques nacionales españoles. Madrid.

Ata, C. 1975: Kazdagi göknari (Abies equi-trojani Aschers. et Sinten) nin Türkiyedeki yayilisi ve silvikültürel özellikleri. Istanbul Üniversitesi. Orman Fakültesi dergisi A/24/2.

Barbéro, M. und G. Bono 1970: La végétation silvatique de l'étage collinéen des Alpes Apuanes et de l'Apennin ligure. Lav. Soc. Ital. Bogeo., 1.

Barbéro, M., G. Bonin und P. Quézel 1971: Signification bioclimatique des pelouses écorchées sur les montagnes du pourtour mediterranéen leurs relations avec les forêts d'altitude. Colloques interdisciplinaire sur les milieux naturels supraforestiers des montagnes du bassin occidental de la méditerranée, Perpignan.
Barbéro, M. und G. Bono 1973: La végétation orophile des alpes apuanes. Vegetatio 27.
Barbéro, M., R. Loisel und P. Quézel 1974: Problèmes posés par l'interprétation phytosociologique des Quercetea ilicis et des Quercetea pubescentis. Flora Mediterranea, 235, Montpellier.
Barbéro, M und P. Quézel 1975: Les forêts de Sapin sur le pourtour méditerranéen. Inst. Bot. Antonio José Cavanilles 32.
Barbéro, M., G. Bonin und P. Quézel 1975: Les pelouses écorchées des montagnes circum-méditerranéennes. Phytocoenologia 1, 4.
Barbéro, M. und P. Quézel 1976: Les groupements forestiers de Grèce Centro-Méridionale. Ecologia Mediterranea 2.
Barbéro, M., G. Bonin, J. Gamisans und P. Quézel 1976: Les groupements forestiers de Grèce centro-méditerranéennes. Phytocoenologia 1.
Barbéro, M., N. Chalabi, I. Nahal und P. Quézel 1977: Les formations à conifères méditerranéens en Syrie littorale. Ecologia Mediterranea 2, Marseille.
Barbéro, M. und P. Quézel 1979: Contribution à l'Étude des groupements forestiers de Chypre. Documents phytosociologiques 4, Lille.
Barbéro, M. und G. Bonin 1980: La végétation de l'Apennin septentrional. Ecologia Mediterranea 5.
Barbéro, M. und P. Quézel 1980: La végétation forestière de Crète. Ecologie forestière de Créte. Sous presse.
Barbéro, M., P. Quézel und S. Rivas-Martinez 1981: Contribution á l'étude des groupements forestièrs et préforestièrs du Maroc. Phytocoenologia 9, 3.
Barbey, A. 1931: A travers les forêts de pinsapo d'Andalousie. Paris – Gembloux.
Barbey, A. 1934: Une relique de la sapinière méditerranéenne: Le Mont Babor. Monographie de l'Abies numidica. Paris – Gembloux.
Barbey, A. 1937: La forêt de «pinsapares», découverte en 1837 par Edouard Boissier. Bull. de la Société Bot. Genève 27, 2.
Bargachoun, A. 1976: Études écologiques et phytosociologiques des forêts de Chênes à caduques du Liban. Thèse Marseille.
Baudière, A. 1974: Contribution à l'étude structurale des forêts des Pyrénées orientales: Hêtraies et chênaies acidophiles. Colloques Phytosoc. 3, Lille.
Baudière, A. und L. Serve 1974: Les groupements oroméditerranéens des Pyrénées orientales et leurs relations avec les groupements similaires de la Sierra Nevada. Colloques Int. du CNRS. 235.
Bazzigher, G. 1981: Selektion Endothia-resistenter Kastanien in der Schweiz. Schweiz. Zeitschr. Forstw. 132.
Berenger, A. di 1859: Dell'antica storia e giuriaprudenza forestale in Italia saggio, Treviso.
Bernhard, R. 1931: Die Kiefern Kleinasiens. Dt. Dendrol. Ges. 34.
Berti, R. N. 1972: Prime indagini sulle caratteristiche dei soprassuoli della riserva naturale integrale di Sasso Fratino (Foreste Casentinesi). L'Italia Forestale e Montana 27.
Bertović, S. 1975: The Mirna River Valley and Motovun Forest in Istria (Croatia). Phytocoenologia 2, 3–4.
Beuermann, A. 1956: Die Waldverhältnisse im Peloponnes unter besonderer Berücksichtigung der Entwaldung und Aufforstung. Erdkunde, Bonn 10.
Beug, H. J. 1968: Probleme der Vegetationsgeschichte in Südeuropa. Ber. Dt. Bot. Ges. 80.
Beug, H. J. 1975: Changes of climate and vegetation belts in the mountains of mediterranean Europe during the Holocene. Bulletin of Geology. Warszawa, 19.
Beug, H. J. 1977: Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen im Küstenberich von Istrien (Jugoslawien). Flora 166.
Bianco, P. 1958: Querceti a Quercus trojani Webb. nel territorio di San Michele di Bari. Nuovo Giornale Bot. Ital. 65.
Blečić, V. 1958: Végétation des forêts et celle des rochers et des éboulis dans la valée de la rivière Piva (Montenegro). Glas. Prir. Muz. Beograd, 11.
Bör, H. J. 1980: Das Naturschutz-Projekt «Rhodopi-Urwald» In: Waldbau unter ökologisch und wirtschaftlich extremen Bedingungen. IUFRO-Abtlg. 1. Thessaloniki-Athen.
Bolŏs, O. de 1948: Acerca de la vegetación de Sauva Negra. Notas floristicas 2, 1, Barcelona.
Bolós, O. de 1956: La végétation de la Catalogne moyenne. Veröff. Geobot. Inst. Rübel, Zürich 31.
Bolós, O. de 1957: Datos sobre la vegetación de la vertiente septentrional de los Pirineos; Observaciones acerca de la zonación altitudinal en el valle de Aran. Collecteana Botanica, 5.
Bolós, O. de und R. Molinier 1958: Recherches phytosociologiques dans l'île de Majorque. Coll. Bot. Barcelona 5.
Bolós O. de 1962: El paisaje vegetal barcelonés. Barcelona.

Bolós, O. de und R. Molinier 1969: Vue d'ensemble végétation des Isles Baléares. Vegetatio 17.
Bonin, G. 1967: A propos de la végétation des forêts de Pietre dans le Massif de Pollino (Calabre). Ann. Bot. 28/14.
Bonin, G. 1968: Étude de la végétation du Mont Pollino. Marseille.
Bonin, G. 1968: A propos des forêts de Hêtre du massif de Pollino (Calabre). Ann. Bot. Roma, 29.
Bonin, G., J. Briane und J. Gamisans 1976: Quelques aspects de forêts supraméditerranéennes et montagnardes de l'Apennin meridional. Ecologia Mediterranea, 1.
Bonin, G. und J. Gamisans 1976: Contribution à l'étude des forêts de l'étage supramediterranéen de l'Italie méridionale. Documents phytosoc., Lille.
Bonin, G. 1978: Contribution à la connaissance de la végétation des montagnes de l'Apennin Centro-Méridional. Thèse Marseille.
Bortolotti, L. 1972: Le faggete nel paesaggio del Parco Nazionale d'Abruzzo. Quaderno Parco Naz. d'Abruzzo, 4.
Boudy, P. 1953: Structure et composition des forêts nord-africaines. In: Actes du Congrès National du Bois, Paris.
Braun-Blanquet, J. 1936: La chênaie d'Yeuse méditerranéenne (Quercion ilicis). Monographie phytosociologique. Mem. Soc. d'Étude Sc. Natur. Nîmes 5, Montpellier.
Braun-Blanquet, J. 1948: La végétation alpine des Pyrénnées orientales. Barcelona.
Braun-Blanquet, J und O. de Bolos 1950: Aperçu des groupements végétaux des montagnes tarragonaises. Coll. Bot. 2; Sigma, Montpellier.
Braun-Blanquet, J., N. Roussine und R. Nègre 1952: Les groupements végétaux de la France méditerranéenne. Centre National de la Rech. Scient. Montpellier.
Braun-Blanquet, J. und P. Fukarek 1955: La forêt de Pinus salzmanni de Saint Guilhem-le-Désert. Coll. Bot. 4, 33, Barcelona.
Braun-Blanquet, J., L. Pinto Da Silva und L. Rozeira 1956: Résultats de trois excurcions géobotaniques á travers le Portugal septentrional et moyen. Rev. R. Acad. Scienc. Madrid 1.
Braun-Blanquet, J. und O. de Bolos 1957: Les groupements végétaux du bassin moyen de l'Ebre et leur dynamisme. Anales de la Estacion Experimental de Aula dei 5.
Braun-Blanquet, J. 1966: Vegetationsskizzen aus dem Baskenland mit Ausblicken auf das weitere Ibero-Atlantikum. Vegetatio 13.
Breckle, S. W. 1966: Ökologische Untersuchungen im Korkeichenwald Kataloniens. Diss. Hohenheim.
Burrichter, E. 1961: Steineichenwald, Macchie und Garigue auf Korsika. Ber. Geobot. Inst. ETH. Stiftung Rübel 32.
Burrichter, E. 1979: Quercus ilex-Wälder am Golf von Porto auf Korsika. Documents phytosoc. 4, Lille.
Burschel, P. und E. Röhrig 1957: Forstliche Exkursion nach Korsika. Allg. Forstzeitschr. 12.
Butzer, K. W. 1971: Quartäre Vorzeitklimate der Sahara. In: Schiffers: Die Sahara und ihre Randländer. München.
Ceballos, L. und L. Cordoba 1942: Übersicht über die Vegetations- und Waldtypen in Spanien. Intersylva 2.
Çetik, A. R. 1973: The comparison of the flora of the North of the Middle Taurus Ranges with Erciyes Dağ and Hasan Dağ, southwest and west Anatolian Alpinic Flora. Istanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi, Yayinlari 1921/209.
Çetik, A. R. 1976: The phytosociological and ecological studies of the medius woodland vegetation of Ciğlikara and Bucak at Elmali. Comm. Fac. Sc. Ankara 20.
Chaumat, R. 1977: Vers une analyse fine d'une limite bioclimatique et floristique: La limite septentrionale du Sahara au Maroc. Doc. Cartogr. ecol. 19, Grenoble.
Chiarugi, A. 1936: Ricerce sulla vegetazione dell'Etruria Marittima. III. l'indigenato della «Picea excelsa LK.» nell'Apennino etrusco. Nuovo giorn. Bot. Ital. 43.
Chiarugi, A. 1958: Ricerche sulla vegetazione dell'Etruria. Una secunda area relitto di vegetazione spontanea di pigella (Picea excelsa LK.) sull'Apennino settentrionale. Nuovo giorn. Bot. Ital. 65.
Chouchani, G. 1972: Le Liban à son étude climatique et phytogéographique. Thèse Toulouse.
Chouchani, B., M. Khouzami und P. Quezel 1975: A propos de quelques groupements forestiers du Liban. Ecologia Mediterranea 1.
Cozar, S. 1946: Types des sols d'Afrique du Nord. Rev. R. Acad. Scien. Madrid 1.
Cuatrecasas, J. 1932: Die Verbreitung von Fagus sylvatica auf der Iberischen Halbinsel. In: Rübel. Die Buchenwälder Europas. Veröff. Geobot. Inst. Rübel, 8, Zürich.
Czeczott, H. 1938/39: A contribution to the knowledge of the flora and vegetation of Turkey. Feddes Repert, 107.
Dafis, Sp. 1962: Erforderliche Grundlagen und Voraussetzungen zur Erfüllung der wichtigsten waldbaulichen Aufgaben in Griechenland. Schweiz. Zeitschr. Forstw. 73.

DAFIS, SP. 1966: Standorts- und ertragskundliche Untersuchungen in Eichen- und Kastanienwäldern der NO-Chalkidiki, Saloniki.
DAFIS, SP. 1967: Die Forstwirtschaft der europäischen Mittelmeerländer unter besonderer Berücksichtigung der griechischen Forstwirtschaft. CEA 35, Brugg/Schweiz.
DAFIS, SP. 1973: Gliederung der Waldvegetation Griechenlands. Epist. Epet. Geopon. Dasal. Shol. Panepist. Thessaloniki, 15.
DAFIS, SP. und E. LANDOLT 1975/76: Zur Vegetation und Flora von Griechenland. Veröff. Geobot. Inst. ETH-Zürich 55/56.
DAFIS, SP. und G. JAHN 1975: Zum heutigen Waldbild Griechenlands nach ökologisch-pflanzengeographischen Gesichtspunkten. Veröff. Geobot. Inst. ETH Stiftung RÜBEL, 55.
DAFIS, SP. 1975: Vegetationsgliederung Griechenlands. Veröff. Geobot. Inst. ETH Stiftung RÜBEL 55.
DAFIS, SP. 1980: Die generellen Anforderungen an den Waldbau unter standörtlich und wirtschaftlich extremen Bedingungen. IUFRO-Tagung Thessaloniki.
DAGET, PH. 1977: Le bioclimat méditerranéen: Caracterès géneraux, modes de caractérisation. Vegetatio 34.
DAVIS, P. M. 1965: Flora of Turkey. Edingbourgh.
DEBAZAC, E. F. 1964: Le pin laricio de Corse dans son aire naturelle. Rev. forest. f. 3.
DEBAZAC, E. F. 1971: Contribution à la connaissance de l'écologie et de la répartition de Pinus nigra dans le sud-est de l'Europe. Ann.Sc. Forest. 28, 3.
DEBAZAC, E. F. und G. MAVROMMATIS 1971: Les grandes divisions écologiques de la végétation forestière en Gréce continentale. Bull. Soc. Bot. Fr. 118.
DE PHILIPPIS, A. 1935: La sughera (Quercus suber) ed il leccio (Qu. ilex) nella vegetazio arborea mediterranea. Bull. de la Silva Medit. 10, 1-109.
DE PHILIPPIS, A. 1937: Classificazioni ed indici del clima in rapporto alla vegetazione forestale italiana. N. Giorn. Bot. Ital. n. ser. 44.
DE PHILIPPIS, A. 1941: Contributo ad uno studio monografico sul cerro (Quercus cerris L.). Ann. Sper. Agr. 39.
DE PHILIPPIS, A. 1961: La culture des conifères dans l'étage du châtaigner en Italie. Schweiz. Zeitschr. Forstw. 112.
DE PHILIPPIS, A. 1976: La questione forestale in Italia. Bologna.
DE PHILIPPIS, A. 1979: Aspekte und Probleme des italienischen Waldbaues. Stiftung F.V.S. Hamburg; Freiburg i. Br.
DIERSCHKE, H. 1975: Die Schwarzerlen-(Alnus glutinosa-)Uferwälder Korsikas. Phytocoenologia 2.
DOMAC, R. 1965: Die Wälder der dalmatinischen Schwarzföhre (Pinus nigra Arn. ssp. dalmatica Vis. s.l.) in Jugoslawien. Ber. Geobot. Inst. ETH Stiftung RÜBEL, 36.
DUPIAS, G. 1977: Atlas floristique du Parc National des Pyrénées occidentales. 1. La haute montagne. Travaux du Parc National des Pyrénées occidentales.
DUZENLI, A. 1976: Hasan daginin fitosocyolojik ve ecolojik jönder arastilmasi. Diss. Univ. Ankara.
ECHEVERIA, I. 1943: Schnellwüchsige ausländische Holzarten in der spanischen Forstwirtschaft. Intersylva 3.
ECONOMIDOU, E. 1975: La végétation des Iles de Skiathos et Skopelos. (Sporades du nord). Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, 55, Zürich.
EHRIG, F. R. 1971: Reale Vegetation und natürlicher Wald auf Korsika. Diss. Univ. München.
EKIM, T. 1977: Etude phytoécologique du Sundiken Dağ. Diss. Univ. Ankara.
EL HAMROUNI, A. und R. LOISEL 1979: Contribution à l'Etude de la Tetraclinaie Tunesienne: Les groupements des Djebels Bon Kornine et Ressus.
ELICIN, G. 1973: Composition floristique des peuplements de sapin sur le Mont Ida. Istanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi, Yayinlari 1921/209.
ELLENBERG, H. 1964: Eigenbürtige und fremdbürtige Vegetationsstufung auf Korsika. In: Beitrag zur Phytologie, WALTER-Festschrift.
ELLENBERG, H. 1980: Am Ost- und Westrand Eurasiens – ein vegetationsökologischer Vergleich. Phytocoenologia 7.
EM, H. und S. DEKOV 1961: Die Platane in der VR Mazedonien. God Zbor. Zeml. Šum. Fak. Skopje 14.
EMBERGER, L. 1939: Aperçu général sur la végétation du Maroc. In: RÜBEL-LÜDI: Ergebnisse der Int. Pflanzengeogr. Exkursion durch Marokko und Westalgerien 1936. Veröff. Geobot. Inst. RÜBEL, 14.
ERN, H. 1966: Die dreidimensionale Anordnung der Gebirgsvegetation auf der Iberischen Halbinsel. Bonner Geogr. Abh. 37.
ERN, H. 1968: Über das Vorkommen der Birke (Betula L. spec.) in der spanischen Sierra Nevada. Coll. Bot. 7, 1.
ERN, H. 1972: Anthropogene Ersatzgesellschaften iberischer Gebirgswälder und ihre Beziehungen zur Vegetation der waldfreien Höhenstufe. In: Erdwiss. Forschung 4, Wiesbaden.
FEINBRUNN, N. 1959: Spontaneous Pineta in the Libanon. Bull. Research Council of Israel, 70.
FENAROLI, L. 1966: Il Gargano, sui aspetti vegetazionale e floristici. Ann. Acc. It. Sc. Forestali 15.
FENAROLI, L. 1970: Carta della vegetazione d'Italia. Minist. Agric. e Forest. Roma, Collana verde, 28.

Fenaroli, L. und G. Gambi 1976: Alberi: Dendroflora italica. Trento.
Firbas, F. und P. Zangheri 1935: Eine glaziale Flora von Forli südl. Ravenna. Ergebn. Int. pflanzengeogr. Exkursion Mittelit. Veröff. Geobot. Inst. RÜBEL. 12.
Font-Quer, P. 1953: Geografia botanica de la Peninsula de la Ibérica. Geografia Universal 10, Barcelona.
Franz. F. und H. Forster 1980: Ertragstafel für die Aleppokiefer im Aurés-Gebirge, Algerien. Bonn.
Freitag, H. 1964: Die Waldgesellschaften der Rouvière bei Montarnand (Languedoc). In: Kreeb, K. H., Beiträge zur Phytologie 30.
Freitag, H. 1971: Die natürliche Vegetation des südostspanischen Trockengebietes. Bot. Jahrb. 91.
Freitag, H. 1975: Zum Konkurrenzverhalten von Quercus ilex und Quercus pubescens unter mediterran-humidem Klima. Bot. Jahrb. Syst. 96.
Friedrich, A. G. 1954: Vegetationsgürtel in Nordkatalonien (Nordspanien). Zeitschr. Weltforstw. 17.
Fukarek, P. 1958: Die Standortsrassen der Schwarzföhre. Cbl. ges. Forstw. 75.
Fukarek, P. 1966: Das Quercetum confertae herzegovinicum im Narenta-Tal. Angew. Pflanzensoz. Wien 18/19.
Fukarek, P. 1969: Über einige illyrisch-apenninische Baum- und Straucharten. Mitt. ostalp.-din. pflanzensoz. Arbeitsgem. 9.
Fukarek, P. 1974: Die Tannen der Balkanhalbinsel. Proc. Int. Symp. University of Istanbul, Faculty of Forest, 209, Istanbul.
Furrer, E. 1960: Zur klimatischen und pflanzengeographischen Eigenart des Gran Sasso d'Italia. Ber. Geobot. Inst. ETH-Zürich, Stiftung RÜBEL, 32.
Furrer, E. 1966: Zur Vegetation und Flora der Abruzzesischen Hochapennins. Angew. Pflanzensoz. 18/19, Wien.
Gamisans, J. 1975: La végétation des montagnes corses. Diss. Marseille.
Gamisans, J. 1976/77: La végétation des montagnes corses. Phytocoenologia 3-4.
Gamisans, J. 1979: Remarques sur quelques groupements végétaux assurant la transition entre les étages montagnard et subalpin en Corse. Ecologia Mediterranea 4.
Gamisans, J. 1979: A propos d'espèces indicatrices des étages de végétation en Corse. Ecologia Mediterranea 4.
Gamisans, J. und M. Gruber 1979: A propos de certains peuplements forestiers de la Drôme. o. A.
Gaussen, H. 1924: A propos du Pin Laricio de Salzmann dans les Pyrénées. Bull. Soc. Bot. Fr. Paris.
Gaussen, H. 1926: Végétation de la moitié orientale des Pyrénées. Bull. Soc. Hist. nat. Toulouse 55.
Gaussen, H. 1935: Sol, Climat et Végétation des Pyrénées espagnoles. Revista Acad. Sc. Zaragoza.
Gaussen, H. 1938: Les forêts des Pyrénées. In: Trav. d. Lab. for. d. Toulouse.
Gaussen, H. 1956: La végétation des Pyrénées espagnoles. In: Die Pflanzenwelt Spaniens. Veröff. Geobot. Inst. RÜBEL. 31.
Gaussen, H. 1973: Les résineux de Turquie. Proc. Int. Symp. Abies equi-trojani and Turkish Flora. Istanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayinlari 1921/209.
Gentile, S. 1969: Remarques sur les chênaies d'Yeuse de l'Apennin meridional et de la Sicile. Vegetatio, 17.
Gentile, S. 1969: Su i faggete dell'Italia meridionale. Atti Ist. Bot. Lab. Crittog. Univ. Pavia 6.
Germani, B. und O. M. Hirit 1980: L'élaboration des groupes écologiques. Une étude sur la dorsale calcaire du Rif. Forêt de Talassemtaute. Ecologia Mediterranea 5.
Giacobbe, A. 1973: A proposito della var. apennina Giac. dell'Abies alba. Italia Forest. Mont. 28.
Giacomini, V. und L. Fenaroli 1958: La Flora. Conosci l'Italia 2, Milano.
Giannini, R. und E. Screm 1973: Indagini preliminari sulle caratteristiche del soprassuolo della riserva di Campolino (Abetone). Ann. Acad. Science Forest. 22.
Giannini, R. und A. Pelizzo 1977: Caratterizzazione di alcune provenienze di ontano napoletano (Alnus cordata, Loisel). Ann. Istituto Speriment. Selvicolt. 8, Arezzo.
Giannini, R., E. Screm, E. Magini, F. Tonarelli und A. de Philippis 1977: La riserva naturale orientata di Campolino. Aspetti naturalistici e selvicolturali. Piano di gestione. Coll. verde 47, Roma.
Giannini, R. und E. Screm 1977: Soprassuoli e rinnovazione naturale nella riserva di Campolino (Abetone). Ann. dell'Acad. Ital. Science Forest. 26.
Gindel, I. 1973: A new ecophysiological approach to forestwater relationships in arid climates. The Hague.
Götz, E. 1975: Die Gehölze der Mittelmeerländer. Stuttgart.
Gounot, M. und Schoenenberger 1967: Carte phyto-écologique de la Tunisie septentrionale. Échelle 1:200 000. Feuille II: Bizerte–Tunis, Feuille III: Tabarka–Souk el Arba. Ann. Inst. Nat. Rech. Agron. de Tunisie 40, 1, Tunis.
Gračanin, Z. 1962: Verbreitung und Wirkung der Bodenerosion in Kroation. Abh. z. Agrar. u. Wirtschaftsforsch. d. europ. Ostens 21.
Graf, H. 1973: Bodenerosion und Schutzmaßnahmen im marokkanischen Rifgebirge. Schweiz. Zeitschr. Forstw. 124.

Graikiotis, P. 1960: La régéneration naturelle des sapinières helléniques. Vegetatio 9.
Greuter, W. 1975: Die Insel Kreta – eine geobotanische Skizze. Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, 55.
Gruber, M. 1971: Les pelouses du Festucion eskiae et du Festucion supinae des Pyrénées ariègeoises et catalanes. Ecologia Mediterranea 1.
Gruber, M. 1980: Étages et séries de végétation de la chaîne pyrénéenne. Ecologia Mediterranea 5.
Grüger, E. 1977: Pollenanalyitsche Untersuchungen zur würmzeitlichen Vegetationsgeschichte von Kalabrien (Süditalien). Flora 166.
Guinochet, M. 1980: Essai sur quelques syntaxons des Cisto-Rosmarinetea et des Quercetea ilicis d'Algérie et de Tunisie. Phytocoenologia 7.
Guiter, J. 1978: Klimatische Bedeutung der Vegetationsgrenzen und der Verteilung der Waldbestände in einigen Talgebieten der Alpen und Pyrenäen. Wetter und Leben 30.
Hatzistathis, A. 1980: Reasons for the inefficacy of afforestation under extreme conditions in Chalkidike. In: Waldbau unter ökologisch und wirtschaftlich extremen Bedingungen. IUFRO Abtlg. 1. Thessaloniki – Athen.
Hayek, A. 1926: Die Panzerföhre und ihr Vorkommen auf dem thessalischen Olymp. Cbl. ges. Forstw. 52.
Heske, F. 1940: Waldzerstörung und Erosion in Algerien. Beitr. zur Kolonialforschg. 5.
Höllermann, P. 1968: Zur Höhenstufung der Vegetation in den Pyrenäen. Peterm. Geogr. Mitt.
Höllermann, P. 1972: Zur naturräumlichen Höhenstufung der Pyrenäen. In: Troll, C. Erdwiss. Forschung 4. Wiesbaden.
Hofmann, A. 1939: Beiträge zur Kenntnis der Hartkiefer (Pinus brutia). Zeitschr. Weltforstw. 7.
Hofmann, A. 1940: Die Hartlaubvegetation der ägäischen Inseln. Zeitschr. Weltforstw. 8.
Hofmann, A. 1941: Il boschi delle isole italiane dell'egeo. La rivista forest. ital. 19.
Hofmann, A. 1943: Die Zypresse auf den ägäischen Inseln. Zeitschr. Weltforstw. 10.
Hofmann, A. 1954: Il faggio al suo limite meridionale di diffusione. Angew. Pflanzensoz. 1, Wien.
Hofmann, A. 1958: Sull'ecologia di una nuova stazione avellinese di pino lorizato. L'Italia Forestale e Montana, Firenze.
Hofmann, A. 1960: Il faggio in Sicilia. Flora e vegetatio italica 2.
Hofmann, A. 1961: La faggeta depressa del Gargano. Delpinoa, 3, Napoli.
Hofmann, A. 1962: Übersicht der süditalienischen Buchenwälder. Torino (Italien). Manuskript.
Hofmann, A. 1962: Waldbauliches und Wirtschaftliches über den Buchenausschlagwald in Italien und seine Überführung in Hochwald. Schweiz. Zeitschr. Forstw. 113.
Hofmann, A. 1965: L'Abieti-Faggeto di Sasso Fratino ed i sui aspetti fitosociologici. Arch. Bot. e Biogeogr. It. 10.
Hofmann, A. 1966: Il faggio in Sicilia. Flora et Vegetatio Italica 2.
Hofmann, A. 1969: Contributo alla conoscenza delle Fagete dell'Apennino Settentrionale. Mitt. Ostalpin.-Din. Pflanzensoz. Arbeitsgem. 9.
Hofmann, A. 1970: Pflanzensoziologischer und struktureller Aufbau des Urwaldreservates Sasso Fratino in Italien. In: Symposium: Les forêts vierges sudeuropéennes. Acad. scient. arts Bosnie-Hercegovine. 15, 4, Sarajevo.
Hofmann, A. 1974: Dalle Madonie alle Alpi Giulie attraverso le faggete italiane. Not. Fitosoc. 9.
Horvat, I., V. Glavač und H. Ellenberg 1974: Vegetation Südosteuropas. Stuttgart.
Horvatić, S. 1939: Übersicht der soziologischen Vegetationseinheiten der Quarneroinsel Rab (Arbe). Prir. istr. Jug. Akad. Zagreb 22.
Horvatić, S. 1957: Pflanzengeographische Gliederung des Karstes Kroatiens und der angrenzenden Gebiete Jugoslawiens. Acta bot. croat. 16.
Horvatić, S. 1958: Typologische Gliederung der Garigues- und Kiefernwäldervegetation des ostadriatischen Küstenlandes. Acta bot. croat. 17.
Horvatić, S. 1963: Pflanzengeographische Stellung und Gliederung des ostadriatischen Küstenlandes im Lichte der neuesten phytocoenologischen Untersuchungen. Acta bot. croat. 22.
Hueck, K. 1960: Reisebeobachtungen über die Aufforstungen in Israel. Forstw. Cbl. 79.
Ibrahim, M. und M. Rapp 1979: Variations spatio-temporelles de la salineté du sol d'un peuplements des pins pignons (Pinus pinea L.) du littoral méditerranéen. Ecologia Mediterranea 4.
Inal, S. 1951: Die Valoneneiche (Quercus aegilops), ihre Nutzung und wirtschaftliche Bedeutung. Zeitschr. Weltforstw. 14.
IUCN. Int. Commission on Nationalparks 1971. United Nations list of National Parks and equivalent Reserves. Brussels.
Jakucs, P. 1961: Die phytocoenologischen Verhältnisse der Flaumeichen-Buschwälder Südostmitteleuropas. Budapest.
Kailidis, D. S. und St. D. Markalas 1980: Waldbrände in Griechenland. Forst.-Holzw. 35.

Kantarci, D. 1972: Die beeinflussenden Faktoren bei der Bodenbildung und genetische Bodentypen im Belgrader Wald bei Istanbul. Istanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, A, 22/1.
Kantarci, D. 1976: Die Gliederung der Waldgebiete Ost-Thrakiens aufgrund regionaler Standortsverhältnisse nach den natürlichen Baum- und Straucharten. Matbaa Teknisyenleri Kall. Sti. Istanbul.
Kárpáti, I. und V. Kárpáti-Nágy, V. 1961: Die zönologischen Verhältnisse der Auenwälder Albaniens. Acta bot. Acad. scient. hung. 7.
Kárpáti, I. 1962: Die zönologischen und ökologischen Verhältnisse der Auenwälder Westbalkans. Mitt. ostalpin.-din. Arbeitsgem. 2.
Karschon, R. 1973: Natural regeneration after fire of Aleppo pine. Agricult. Res. Organiz. Bet. D. Israel 2275/E.
Karschon, R. und G. Schiller 1976: Forest trees as ameliorators of heat stress of man in a mediterranean environment. Agricult. res. organization Israel 165-E.
Ketenoğlu, O. 1977: Etude phytoécologique de la région de Kizilcahaman. Thèse Univ. Ankara.
Klein, J.-C. 1979: Application de l'analyse factorielle des correspondances à l'étage alpin des Pyrénées centrales. Phytocoenologia 5, 2.
Knapp. R. 1953: Studien zur Vegetation und pflanzengeographischen Gliederung Nordwest-Italiens und der Südschweiz. Köllner Geogra. Arbeiten 4.
Knapp, R. 1965: Die Vegetation von Kephallinia/Griechenland. Koenigstein.
Knapp, R. 1973: Die Vegetation von Afrika unter Berücksichtigung von Umwelt, Entwicklung, Wirtschaft, Agrar- und Forstgeographie. Stuttgart.
Köstler, J. N. 1956: Tannen zwischen Skylla und Charybdis. Jahrb. Ver. Schutze Alpenpflanzen und Tiere 21.
Kotoulas, D. 1980: Hydrologische Einwirkungen des Waldes in den Wildbacheinzugsgebieten Griechenlands. Schweiz. Zeitschr. Forstw. 131.
Krause, W., W. Ludwig und F. Seidel 1963: Zur Kenntnis der Flora und Vegetation auf Serpentinstandorten des Balkans. 6. Vegetationsstudien in der Umgebung von Mantoudi (Euböa). Bot. Jb. 82.
Kubiena, W. L. 1953: Bestimmungsbuch und Systematik der Böden Europas. Stuttgart.
Kubiena, W. L. 1956: Kurze Übersicht über die wichtigsten Formen der Bodenbildung in Spanien. In: Die Pflanzenwelt Spaniens. Veröff. Geobot. Inst. Rübel 31.
Laatsch, W. 1967: Beziehungen zwischen Standort, Ernährungszustand und Wuchsleistung von Kiefernaufforstungen im Mittelmeergebiet. Forstw. Cbl. 86.
Lange, O.-R. 1963: Untersuchungen über Blattemperaturen, Transpiration und Hitzeresistenz an Pflanzen mediterraner Standorte (Costa Brava, Spanien). Flora 153.
Lascombes, G. 1944: La végétation des Picos de Europe. Les paysages forestiers. Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse, 79.
Lausi, D. und L. Poldini 1966: Das Orno-Quercetum ilicis cotinetosum im Triester Gebiet. Angew. Pflanzensoziologie, Wien, 18.
Lausi, D. 1967: Zur Klimax-Frage der friulanischen Ebene. Mitt. Int. Ver. Veg. Ostalpin-Din. Sekt. 7.
Lepoutre, B. 1961: Recherches sur les conditions édaphiques de régéneration des Cédraies Marocains. Ann. Rech. Forest. Maroc. 6.
Lopez Cadenas de Llano, F. 1981: Forsthydrologische Arbeiten in Spanien. Allg. Forstzeitschr. 36.
Lossaint, D. und M. Rapp 1978: La forêt méditerranéenne de chêne verts (Quercus ilex L.) Problèmes d'écologie: Structure et fonctionnement des écosystèmes terrestres. Paris.
Louis, H. 1939: Das natürliche Pflanzenkleid Anatoliens. Geogr. Abhdlg. 12, Stuttgart.
Lovari, S. und F. Cassola 1975: Nature conservation in Italy. The existing national parks and other protected areas. Biological conservation 8, Great Britain.
Lüdi, W. 1935: Beitrag zur regionalen Vegetationsgliederung der Apenninhalbinsel. Ergebn. Int. Pflanzengeogr. Excurs. durch Mittelitalien 1934. Veröff. Geobot. Inst. Rübel, 12.
Lüdi, W. 1939: Beitrag zu den Beziehungen zwischen Klimaxvegetation und Boden in Marokko. Veröff. Geobot. Inst. Rübel.
Lüdi, W. 1944: Die Gliederung der Vegetation auf der Apeninenhalbinsel, insbesondere der montanen und alpinen Höhenstufen. In: Rikli, M. Das Pflanzenkleid der Mittelmeerländer. Bern.
Lüdi, W. 1956: Die Pflanzenwelt Spaniens. Ergebnisse der 10. Internationalen Pflanzengeographischen Exkursion (IPE) durch Spanien 1953. Veröff. Geobot. Inst. Rübel 31.
Lüdi, W. 1956: Einige Betrachtungen zur Pflanzenwelt der alpinen Höhenstufe in Spanien. In: Die Pflanzenwelt Spaniens. Veröff. Geobot. Inst. Rübel, Zürich 31.
Magini, E. 1954: Preliminary observations on the types of beechwood in the Vallombrosa Forest. Proceedings, 11, Congress IUFRO. Rome.
Magini, E. 1955: Pinete di Pino d'Aleppo. Atti del Congresso Nazionale di Selvicoltura. Firenze.

Magini, E. und R. Morandini 1963: Der Wald von Migliatino Pisano. Collana verde, 19. Congr. Int. di Biolog. forest. Pieve S. Stefano, 1963.

Magini, E. 1972: L'Abete rosso (Picea abies Karst.) della riserva naturale di Campolino. Ann. Acad. Ital. Scienze Forest. 21.

Magini, E. 1973: Esiste sull'Appennino uno varietá dell'abete bianco? L'Italia Forestale e Montana 28.

Magini, E., M. Paci und A. Tani 1981: Confronti di stime di ereditabilità di caratteri fogliari in ontano napoletano (Alnus cordata, Loisel). Accad. Ital. Scienze Forest., Firenze.

Markgraf, F. 1932: Pflanzengeographie von Albanien. Biblioth. Bot. 105.

Markgraf, F. 1958: Waldstufen im West-Taurus-Gebiet. Veröff. Geobot. Inst. Rübel, 33.

Markgraf, F. 1959: Höhenstufen der Waldvegetation im ostmediterranen Raum. Ber. geobot. Inst. Rübel, Zürich.

Mattfeld, J. 1925: Die in Europa und im Mittelmeergebiet wildwachsenden Tannen. Mitt. Dt. Dendr. Ges. 35.

Mattfeld J. 1929: Die pflanzengeographische Stellung Ostthrakiens. Verb. Bot. Ver. Prov. Brandenburg, 71.

Mavrommatis, G. 1980: La signification phytogéographique, phytosociologique et bioclimatique de l'aire et des limites de l'expansion du chêne Kermes (Quercus coccifera L.) au Grece. In: Waldbau unter ökologisch und wirtschaftlich extremen Bedingungen. IUFRO-Abtlg. 1 Thessaloniki – Athen.

Maydell, H. J. von, 1980: Forstliche Nebennutzungen in den Atlasländern als Grundlage für Regionalentwicklung, dargestellt am Beispiel der Korkeichenwälder, Halfagrasflächen und Arganbestände. In: Mitt. Bundesforschungsanstalt f. Forst- u. Holzw. 86.

Mayer, H. und M. Sevim 1958: Die Libanonzeder, ihre Ausrottung im Libanon während der vergangenen 5000 Jahre, das heutige Areal in Anatolien und Überlegungen zur Wiedereinbürgerung in den Alpen. Jahrb. Verein Schutze d. Alpenpflanzen u. -Tiere, 23.

Mayer, H. und M. Sevim 1960: Lübnan Sediri. Orman Fakültesi Dergisi cilt 9, sayi 2/B, Istanbul.

Mayer, H. 1962: Abies pinsapo Boiss. in der Betischen Kordillere Südspaniens. Forstw. Cbl. 81.

Mayer, H. 1965: Marokkanische und numidische Tanne im nordafrikanischen Atlas. Forstw. Cbl. 84.

Mayer, H. 1967: Das Bauholz des Tempels Salomo. Biblische Zeitschr.

Mayer, H. 1974: Wälder des Ostalpenraumes. Stuttgart.

Mayer, H. 1976: Gebirgswaldbau – Schutzwaldpflege. Stuttgart.

Mayer, H. 1979: Zur waldbaulichen Bedeutung der Tanne im mitteleuropäischen Bergwald. Forst- u. Holzwirt 34.

Mayer, 1979: Die höchsten Bäume Europas – waldvegetationskundliche Voraussetzungen für ein optimales Wachstum. Phytocoenologie 6.

Mayer, H. 1980: Mediterran-montane Tannenarten und ihre Bedeutung für Anbauversuche in Mitteleuropa. In: 3. Tannensymposium Wien.

Mayer, H. 1980: Waldbauliche Probleme in Gebirgswäldern des Maghreb (Nordafrika). In: IUFRO-Abtlg. 1.: Waldbau unter ökologisch und wirtschaftlich extremen Bedingungen. Thessaloniki – Athen.

Mayer, H. 1982: Waldbauliche Beurteilung der Panzerkiefer (Pinus leucodermis), Fukarek-Festschrift, Sarajevo.

Moldenke, H.-A. 1962: Plants of the bible. Waltham.

Molinier, R. 1939: Les associations végétals du Massif de la Sainte Baume (Provence occidentale). Bul. Soc. Hist. Nat. de Toulouse 73.

Molinier, R. 1953: Le feu et l'avenir des forêts en Provence. Revue générale des sciences, 60.

Molinier, R. et al. 1959: L'excursion en Provence (Sud-Est de la France) de la societé internationale de Phytosociologique. Vegetatio 8.

Morandini, R. 1964: Gli Eucalitti nella regione mediterranea. Ann. accademia Ital. di Scienze Forest. 13.

Morandini, R. 1969: Abies nebrodensis (Lojac.) Mattei. Inventario 1968. Pubbl. Istit. Sper. Selvicoltura, Arezzo 18.

Morandini, R. 1972: Silviculture in man-made forests. 7. Welt-Forstkongreß Buenos Aires.

Morandini, R. 1977: Problems of conservation, management and regeneration of mediterranean forests; research priorities. In: UNESCO; Mediterranean forests and maquis: ecology, conservation and management. MAB Technical Notes 2.

Morandini, R. 1980: Forstliche Forschung zur Förderung der Entwicklungsländer. Vortrag BOKU, Wien.

Moulopoulos, Ch. 1965: The beech woods of Greece. Arist. Univ. Thessaloniki.

Müller-Hohenstein, K. 1972: Die anthropogene Beeinflussung der Wälder im westlichen Mittelmeerraum unter besonderer Berücksichtigung der Aufforstungen. Erdkunde 27.

Nahal, I. 1962: Le pin d'Alep. (Pinus halepensis Mill.). Étude taxonomique, phytogéographique, écologique et sylvicole. Ann. Ecole Nat. Eaux et Forêts et Station et Exper. 19.

Nahal, I. 1972: Contribution à l'étude des bioclimats et de la végétation naturelle de Turquie. Hamon 7.

Nègre, R. 1972: La végétation du bassin de l'One (Pyrénées centrales). Quatrième note: les forêts. Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, 49.
Nikolovski, T. und Cirimotik, J. 1958: Characteristics of plant communities of Vardar river flood plains from Titov Veles to Gjevgjelia. God. Šum. inst. Skopje, 3.
Nocentini, S. und P. Piussi 1979: La Macchia dell'Uccellina. Note bot. e selvicolt. Natura e Montagna.
Oberdorfer, E. 1948: Gliederung und Umgrenzung der Mittelmeervegetation auf der Balkanhalbinsel. Ber. Geobot. Forsch. Inst. Rübel.
Oberdorfer, E. 1953: Der europäische Auenwald. Beitr. Naturk. Forsch. Südwestdeutschland 12, Karlsruhe.
Oberdorfer, E. 1954: Nordägäische Kraut- und Zwergstrauchfluren im Vergleich mit den entsprechenden Vegetationseinheiten des westlichen Mittelmeergebietes. Vegetatio 5–6.
Oberdorfer, E. und A. Hofmann 1962: Beitrag zur Kenntnis der Vegetation des Nordapennins. Beitr. Nat. Forsch. Südwestdeutschl. 26
Oberdorfer, E. 1968: Studien in den Wäldern des Carpinion-Verbandes im Apennin an der Südwestgrenze des Vorkommens von Carpinus betulus. Feddes Repert. 77.
Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture 1976. Réunion régionale sur les activités de recherches écologiques intégrées et de conservation dans les pays du Nord de la Méditerranée. Série des rapports du MAB, 36, Potenza.
Ozenda, P. 1966: Perspectives nouvelles pour l'étude phytogéographique des Alpes du Sud. Doc. Cart. Écol. 16.
Ozenda, P. 1975: Sur la définition d'un étage de végétation supraméditerranéen en Grèce. Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, 55.
Ozenda, P. 1975: Sur les étages de végétation dans les montagnes du Bassin méditerranéen. Document de Cartographie écologique 16, Grenoble.
Ozenda, P. 1978: Les relations biogéographiques des Alpes avec les chaînes calcaires périphériques (Jura, Apennin, Dinarides). In: Landscape Ecologies. Biogeographica 16.
Ozenda, P. et al. 1979: Carte de la végétation des Etats-Membres du Conseil de l'Europe. Collection Sauvegarde de la Nature, 16 Strasbourg.
Ozenda, P. 1982: Les végétaux dans la biosphère. Paris.
Palmgren, E. 1953: Entwaldung, Versteppung und Wüstenbildung in Südeuropa. Zeitschr. Weltforstw. 16.
Pamay, B. 1955: Les espèces de genèvrier de la Turquie et leur repartition naturelle. Orman Fakültesi Silvikültür Enstitüsü. 1955.
Pamukçuoğlu, A. 1973: Aspect biogéographique du Mont Ida et Abies equi-trojani. Istanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayinlari 1921/209.
Panagiotidis, N. 1965: Tannenplenterwälder in Griechenland. Beih. Forstw. Cbl. 21.
Papaioannou, J. 1936: Über Artbastarde zwischen Pinus brutia und Pinus halepensis in Nordostchalkidike. Forstw. Cbl. 58.
Papaioannou, J. K. 1957: Die Panzerkiefer (Pinus heldreichii Christ.). Ihre geographische Verbreitung und die Waldformationen im griechischen Teil des südlichen Orvilosgebirges. Athen.
Papamichos, N. 1980: The influence of soils upon the establishment and growth of coniferous plantations in warm and dry mediterranean climates, IUFRO-Tagung, Thessaloniki.
Pardé, J. 1976: Il cedro nella zona mediterranea francese. Ann. Academia italiana di Scienze forest. 25, Firenze.
Pavari, A. 1937: Monografia del Cipresso in Toscana. Firenze.
Pavari, A. 1941: Die waldbaulichen Verhältnisse Italiens. Zeitschr. Weltforstw. 8.
Pavari, A. 1951: Esperienze e indagini su le provenience e razze dell'Abete bianco (ABies alba Mill.). Publ. Staz. sper. selvicolt., 8, Firenze.
Pavari, A. 1960: Die natürlichen Waldzonen des Apennins. Forstw. Cbl. 79.
Pedrotti, C. C. 1966: L'abetina die Varramista (Pisa). Webbia 22.
Pedrotti, F. 1967: Bericht über pflanzensoziologische Untersuchungen der Aleppokiefernwälder in Valle del Serra, Terni. Mitt. Ostalpin-Dinar. pflanzensoz. Arbeitsgem. 7.
Pedrotti, F. 1970: Un relitto di bosco planiziare a Quercus robur e Fraxinus angustifolia lungo il fiume Sinello in Abruzzo. Istituto Bot. Universitá Camerino.
Pennacchini, V. und G. Bonin 1975: Pinus leucodermis et Pinus nigra Arn. en Calabre septentrionale. Ecologia mediterranea, 1.
Peyrimhoff, P. 1941: Carte forestière de l'Algérie et de la Tunisie, Algier.
Pignatti, S. 1952/53: Introduzione allo studio fitisoziologico della Pianura Veneta orientale con particolare riguardo alla vegetazione litoranea. Arch. Bot.
Pignatti, S. 1967: Über die submediterrane Vegetation des Pavesischen Apennins. Mitt. Ostalpin-Dinar. pflanzensoz. Arbeitsgem. 7.

Pignatti, S. 1968: Die Auswirkungen von Kahlschlag und Brand auf das Quercetum ilicis von Süd-Toskana, Italien. Folia geobot. phytotax. 3, Praha.
Pignatti, S., P. Nimis und A. Avanzini 1980: La vegetatizone ad arbusti spinosi emisferici: Contributo alla interpretazione delle fasce di vegetatizone delle alte montagne dell'Italia mediterranea. Consiglio nazionale delle ricerche, AQ 1/79.
Pignatti, S. 1980: Zum Problem der Höhenstufen und Vegetationszonen. Phytocoenologia 7.
Piussi, P. 1976: Un inventario forestale del XVIII secolo per i boschi costieri dell'alto adriatica. Collana verde, 41, Roma.
Plesnik, P. 1972: Obere Waldgrenze in den Gebirgen Europas von den Pyrenäen bis zum Kaukasus. Erdwiss. Forschg. 4, Wiesbaden.
Poggesi, A., A. Panconesi, P. Raddi und P. Bartolini 1979: Il cipresso comune. Importanza economica e problemi fito-sanitari in provincia di Firenze. Firenze.
Poli, E. 1965: La vegetazione altomontana dell'Etna. Flora et Veget. italica 5.
Poissonet, P. et al. 1978: Entwicklung einer Garigue aus Quercus coccifera unter dem Einfluß verschiedener Behandlungen: Einige Ergebnisse der ersten fünf Jahre. Vegetatio 38.
Quézel, P. 1952: A propos des forêts de Hêtres (Buxeto-Fagetum) dans les canolles du Causse Noir. Mémoires: Soc. Bot. France 24.
Quézel, P. 1953: Contribution à l'étude phytosociologique et géobotanique de la Sierra Nevada. Mém. Soc. Broteriana 9.
Quézel, P. 1957: Peuplement végétal des hautes montagnes de l'Afrique du Nord. Paris.
Quézel, P. 1964: Végétation des hautes montagnes de la Grèce méridionale. Vegetatio 12.
Quézel, P und J. Contandripoulos 1965: A propos de la végétation des forêts de Hêtres dans le Massif du Pinde. Bull. Soc. Bot. Fr. 112.
Quézel, P. 1967: A propos de quelques hêtraies de Macédonie. Bull. Soc. Bot. Fr. 164.
Quézel, P. 1967: La végétation des hauts sommets du Pinde et de l'Olympic de Thessalie. Vegetatio 14.
Quézel, P. und A. Pamukçuoğlu, A. 1969: Étude phytosociologique des forêts d'Abies equi-trojani et de Fagus orientalis du Kaz-Dağ. Ann. Fac. Sci. Marseille 42.
Quézel, P. 1971: La haute montagne méditerranéenne. Signification phytosociologique et bioclimatique générale. Coll. Interdisc. sur les milieux supraforestiers. Perpignan.
Quézel, P. und A. Pamukçuoğlu, A. 1973: Contribution à l'étude phytosociologique et bioclimatique de quelques groupements forestiers du Taurus. Feddes Repert. 84.
Quézel, P. 1974: Les forêts du pourtour méditerranéen. UNESCO-MAB. Contribution du Comité Nat. Français.
Quézel, P. und M. Katrabassa 1974: Premier aperçu sur la végétation du Chelmos (Peloponnes). Biologie et Écologie méditerranéenne. Marseille 1.
Quézel, P. 1975: Contribution à l'étude phytosociologique du Massif du Taurus. Phytocoenologia 1.
Quézel, P., M. Barbéro und Y. Akman 1978: L'interprétation phytosociologique des groupements forestiers dans le bassin méditerranéen oriental. Doc. phytosoc. 2, Lille.
Quézel, P. 1979: La région méditerranéenne française et ses essences forestières. Signification écologique dans le contexte circumméditerranéen. Forêt Méditerranéenne 1.
Quézel, P. 1979: Les écosystèmes forestiers crétois et chypriotes. Chroniques intern. RFF, 31.
Rauh, W. 1949: Klimatologie und Vegetationsverhältnisse der Athos-Halbinsel und der ost-ägäischen Inseln Lemnos, Eostratios, Mytilini und Chios. Sitzungsber. Heidelberger Akad. Wiss. 12.
Raus, Th. 1979/80: Die Vegetation Ostthessaliens (Griechenland). Bot. Jahrb. Syst. 100/101.
Rechinger, K. 1942: Östliche ägäische Inseln. In: Vegetationsbilder. 26/3, Jena.
Rechinger K. 1951: Phytogeographia aegaea. Akad. Wiss. Wien, Math.-Naturwiss. Kl. Denkschr. 105.
Regel, C. 1943: Pflanzengeographische Studien aus Griechenland und Westanatolien. Bot. Jahrb. 73.
Reille, M. 1975: Contribution pollenanalytique à l'histoire de la végétation tardiglaciaire et holocène de la montagne corse. Thèse, Marseille.
Reille, M. 1976: Analyse pollinique de sédiments postglaciaires dans le Moyen Atlas et le Mont Atlas marocains; Prémiers resultats. Ecologia Mediterranea 2.
Rico-Rico, F. 1981: Die Waldbrand-Bekämpfung in Spanien. Allg. Forstzeitschr. 36.
Rikli, M. 1943/48: Das Pflanzenkleid der Mittelmeerländer. 3 Bde. Bern.
Rivas-Goday, S. 1953: Essai sur les climax dans la Péninsule Ibérique. Proc. 7. Int. Bot. Congress Stockholm 1950, Uppsåla.
Rivas-Goday, S. 1956: Übersicht über die Vegetationsgürtel der Iberischen Halbinsel. In: Die Pflanzenwelt Spaniens. Veröff. Geobot. Inst. Rübel, Zürich, 31, Bern.
Rivas-Goday, S. 1959: Contribucion al estudio de la Quercetea ilicis hispanica. Anal. Inst. Bot. Cavanilles 17.
Rivas-Goday, S. und S. Rivas-Martinez 1963: Estudio y classificación de los pastizales españoles. Pub. Minist. Agricultura, 277, Madrid.

RIVAS-MARTINEZ, S. 1963: Estudio de la vegetación y flora de las Sierras de Guadarrama y Gredos. Anal.-Inst. Bot. Cavanilles 21.

RIVAS-MARTINEZ, S. 1964: Esquema de la vegetación potencial. In corespondencía con los suelos en la España peninsular. An. Inst. Bot. Cavanilles 22.

RIVAS-MARTINEZ, S. 1968: Contribución al estudio geobotánico de los bosques araneses (Pirineo ilerdense). Inst. de Biologia aplicada, 45.

RIVAS-MARTINEZ, S. 1968: Estudio fitosociológico de los bosques y matorrales pirenaicos del piso subalpino. Publ. del Inst. de biologia aplicada. 44, Barcelona.

RIVAS-MARTINEZ, S. 1969: Las comunidades de los ventisqueros (Salicetea herbaceae) del Pirineo Central. Vegetatio 17.

RIVAS-MARTINEZ, S. 1969: Vegetatio Hispaniae. Notula I. Instituto de biologia aplicada. 46, Barcelona.

RIVAS-MARTINEZ, 1974: La vegetación de la clase Quercetea ilicis en España y Portugal. Anal. Inst. Bot. Cavanilles 31, Madrid.

RIVAS-MARTINEZ, S. 1974: Observaciones sobre la sintaxonomia de los bosques acidofilos europeos, dates sobre la Quercetalia robori-petraeae en la Peninsula Iberica. Coll. Phytosociologiques 3, Lille.

RIVAS-MARTINEZ, S. 1976: Phytosociological and chorological aspects of the Mediterranean region. Doc. Phytosoc. Lille, 15/18.

RIVAS-MARTINEZ, S. und F. RIVAS-GODAY 1976: Schéma syntaxonomique de la classe Quercetea ilicis dans la péninsule Ibérique. In: La Flore du bassin méditerranéen; Colloques Int. du CNRS 235.

RIVAS-MARTINEZ, S. 1978: Sobre las sinas ociaciones de la Sierra Guadarrama. In: TÜXEN, R. Assoziationskomplexe. Vaduz.

ROTHMALER, W. 1943: Die Waldverhältnisse im Peloponnes. Intersylva 3.

ROTHMALER, W. o.J.: Promontorium sacrum. Vegetationsstudien im westlichen Portugal. 1. Teil: Die Pflanzengesellschaften. Feddes Report. 128.

ROJAS, J. M. 1980: Pappelplantagen am Rio Genil/Andalusien. Exkursionsführer Forstl. Fakultät, Univ. Göttingen.

RÜBEL, E. 1934: Ergebnisse der int. pflanzengeogr. Exkursion durch Mittelitalien. Veröff. Geobot. Inst. RÜBEL, Zürich.

RÜBEL, E. und W. LÜDI 1939: Ergebnisse d. intern. pflanzengeogr. Exkursion durch Marokko und Algerien 1936. Veröff. Geobot. Inst. RÜBEL.

SAPPA, F. 1956: Sulla posizione del Quercetum lusitanicae nella vegetazione forestale spagnola. In: Die Pflanzenwelt Spaniens. Veröff. Geobot. Inst. RÜBEL, 31.

SAUVAGE, CH. 1961: Recherches géobotaniques sur les subéraies marocaines. Trav. Inst. Chérifien. Bot. 21.

SAVAS, K. 1946: Zedern-Bestände im Schwarzmeer-Klimagebiet. Ankara.

SCHENCK, C. A. 1939: Fremdländische Wald- und Parkbäume. 3 Bde. Berlin.

SCHIECHTL, M. 1967: Die Wälder der anatolischen Schwarzföhre (Pinus nigra Arn. var. pallasiana Asch.) in Kleinasien. Mitt. d. Ostalpin.-Dinar. pflanzensoz. Arbeitsgem. 7.

SCHIECHTL, M, R. STERN und E. WEISS 1976: In anatolischen Gebirgen. Botanische, forstliche und geologische Studien in Kilikischen Ala Dağ und Ostpontischen Gebirge von Kleinasien. Kärntner Museumschr. 21, Klagenfurt.

SCHILLER, G. 1972: Ecological factors affecting the growth of Aleppo pine in the Southern Judean Hills. Agricultural Research Organization, Division of Forestry, 44.

SCHMID, E. 1956: Die Vegetationsgürtel der Iberisch-Berberischen Gebirge. In: Die Pflanzenwelt Spaniens. Veröff. Geobot. Inst. RÜBEL, 31.

SCHMID, E. 1949: Prinzipien der natürlichen Gliederung der Vegetation des Mediterrangebietes. Ber. Schweiz. Bot. Ges.

SCHMID, E. 1953: Natürliche Vegetationsgliederung am Beispiel des spanischen Rif. Ber. Geobot. Forsch. Inst. RÜBEL.

SCHNEIDER, R. 1978: Pollenanalytische Untersuchungen zur Kenntnis der spät- und postglazialen Vegetationsgeschichte am Südrand der Alpen zwischen Turin und Varese (Italien). Bot. Jahrb. Syst. 100.

SCHRÖDER, P. 1974: Grundlagen, Entwicklung und Bedeutung der Waldwirtschaft in Tunesien und Algerien. Mitt. Bundesforschungsanst. Forst- u. Holzw. 97, Reinbek/Hamburg.

SCHWARZ, O. 1936: Die Vegetationsverhältnisse Westanatoliens. Bot. Jahrb. Syst. 67.

SCOSSIROLI, R. E. 1976: Influenza di insediamenti industriali sul circonstante ambiente naturale. Studio sulla Pineta di San Vitale di Ravenna. Istituto di Genetica dell'Univ. di Bologna.

SELIK, M. 1959: Pinus brutia in der Türkei. Forstw. Cbl. 78.

SEVIM, M. 1955: Natürliche Verbreitung und Standortsbedingungen der Libanonzeder in der Türkei. Silvikültür serisi. 143/24, Istanbul.

SEVIM, M. 1962: Übersicht der natürlichen Grundlagen der Waldstandorte in der Türkei. Schweiz. Zeitschr. Forstw. 113.

SMIRIS, P. 1980: Standortskundliche und waldbauliche Untersuchungen von naturnahen Buchenwäldern im Voras-Gebirge (Nordgriechenland). Diss. Göttingen.

STAMOU, N. 1980: Wirtschaftliche Aspekte der Umwandlung und Überführung von Eichen-Niederwäldern unter extremen Bedingungen. IUFRO-Tagung Thessaloniki.

STEIN, J. 1976: Der Kentriki-Urwald. Nationalpark 3, Grafenau.

STERGIADIS, G. 1978: Holzbringungsverhältnisse in den Tannenwäldern Griechenlands. Saloniki.

STERN, R. und P. v. HEPPERGER 1976: Forstwirtschaft Tunesiens. In: BRENDL, O., Bericht über eine Studienreise nach Tunesien. Wien.

STOJANOV, N. und B. KITANOV 1950: Die Pflanzendecke der Insel Thasos. Izv. Bot. Inst. BAN, Sofia 1.

SUSMEL, L. 1957: Premesse storico-climatiche e bio-ecologiche alla selvicoltura della foresta montana apeninica. Accademia economico-agraria dei geograf. 4–7 Firenze.

SUSMEL, L. und A. FAMIGLIETTI 1968: Condizioni ecologiche ed altitudine colturali delle Colli Euganei. An. Centro econ. Montana Venezia 6. Padova.

SUSMEL, L., F. VIOLA und G. BASSATO 1976: Ecologia della lecceta del supramonte di Orgooalo (Sardegna centro-orientale). Ann. del centro di economia montana della Venezia, 10, Padova.

SUSPLUGAS, J. 1935: L'homme et la végétation dans le Haut-Vallespir. SIGMA 36, Montpellier.

SUSPLUGAS, J. 1942: Le sol et la végétation dans le Haut-Vallespir (Pyrénées orientales). SIGMA 80, Montpellier.

SUSPLUGAS, J. 1942/43: Les bois de Vergnes à l'Est des Pyrénées (Alnetum catalaunicum). Comm. Soc. Pharmacie. Montpellier.

THIEBAUT, B., L. LEPART und A. M. BACOU 1978: Étude des hêtraies de l'arc montagneux périméditerranéen de la vallée du Rhône à celle de l'Ebre. Oecol. Plant. 13, 4.

THIEBAUT, B. 1979: Étude écologique de la hêtraie dans l'arc montagneux nord-méditerranéen de la vallée du Rhône à celle de l'Ebre. Thèse Univ. Languedoc, Montpellier.

TIMBAL, J. 1975: Chorologie des espèces ligneuses françaises. Bd. 1. Essences indigènes de la zone méditerranéenne française. Tome 2, 1977. Essences de reboisement dans la zone méditerranéenne. Centre National de recherches forestières. Champenoux.

TOMASELLI, R. 1970: Note illustrative della carta della vegetazione naturale potenziale d'Italia. Coll. verde 27.

TOMAŠEVIĆ, A. 1976: Regeneration and progression of Aleppo pin forests in the area of Dalmatia. IUFRO-Congress Oslo.

TRINAJSTIĆ, I. 1970: Höhengürtel der Vegetation und die Vegetationsprofile im Velebitgebirge. Mitt. Ostalpin.-Dinar. Ges. Vegetationskde. 11.

TSCHERMAK, L. 1951: Pflanzengeographische Grundlagen der Forstwirtschaft in der Türkei. Ztschr. f. Weltforstw. 14.

TUTIN, G. et al. 1964: Flora europaea. Vol. 1–5. Cambridge.

TÜXEN, R. und E. OBERDORFER 1958: Eurosibirische Phanerogamen-Gesellschaften Spaniens mit Ausblicken auf die alpine und die mediterrane Region dieses Landes. In: Pflanzenwelt Spaniens. Veröff. Geobot. Inst. RÜBEL 32.

Ubaldi, D. 1978: Carta della vegetazione di Vergato Bologna: Emilia-Romagna. Consiglio nationale delle ricerche AQ/1/4.

UNESCO, 1977: Mediterranean forest and maquis; ecology, conservation and management. MAB Technical notes 2, Paris.

UNESCO-FAO, 1970: Carte de la végétation de la région méditerranéenne (1 : 5 000 000). Recherches sur la zone aride, 30, Paris.

USLU, T. 1977: A plant ecological and sociological research on the Dune and Marquis vegetation between Mersin and Silifke. Comm. Fac. Sc. Ankara 1.

VAN CAMPO, M. 1958: Analyse pollinique des dépôts wurmiens d'El Guettar (Tunisie). Veröff. Geobot. Inst. RÜBEL, 34.

VERGOS, ST. 1979: Strukturen und Entwicklungsdynamik natürlicher Schwarzkiefernwälder in Nordwest-Griechenland (Revierkomplex Krania-Monahition-Grevena). Diss. Uni. Göttingen.

VOLIOTIS, D. 1976: Die Gehölzvegetation und die Gehölzzonierung des Gebirgszuges Tymfristus-Oeta-Parnassos (Griechenland) Candollea 31, Genève.

VOLIOTIS, D. 1976: Die Gehölzvegetation und die Vegetationszonierung des nordgriechischen Gebirgszuges Voras-Vermion-Pieria-Olymp-Ossa. Bot. Jahrb. Syst. 97, 1.

VOLIOTIS, D. 1976: Über die Vegetation und Flora des Lailias-Gebirges in Nordgriechenland. Veröff. Geobot. Inst. RÜBEL.

WALLEN, C. C. 1972: Climates of central and southern Europe. World Survey of Climatology (H. E. LANDSBERG) Vol. 5. Amsterdam.

Walter, H. 1956: Die heutige ökologische Problemstellung und der Wettbewerb zwischen der mediterranen Hartlaubvegetation und den sommergrünen Laubwäldern. Ber. Dt. Bot. Ges. 69.
Walter, H. 1956: Vegetationsgliederung Anatoliens. Flora 143.
Walter, H. 1975: Betrachtungen zur Höhenstufenfolge im Mediterrangebiet (insbesondere in Griechenland) in Verbindung mit dem Wettbewerbsfaktor. Veröff. Geobot. Inst. ETH Stiftung Rübel 55.
Walther, K. 1975: Zur Moosvegetation der Liquidambar-Wälder Südwest-Anatoliens, Phytocoenologia 2.
Welten, M. 1956: Pollenniederschlagstypen aus höheren Lagen Spaniens und ihre subrezenten Veränderungen. Veröff. Geobot. Inst. Rübel 31.
Wendelberger, G. 1973: Die Schwarzföhrenwälder Südeuropas. Mitt. flor. soz. Arbeitsgem. N. F. 10. Stolzenau.
Wraber, M. 1967: Ökologische und pflanzensoziologische Charakteristik der Vegetation des slowenischen küstenländischen Karstgebietes. Mitt. Ostalpin.-Dinar. pflanzensoz. Arbeitsgem. 7.
Yaltirik, F. 1973: The floristic composition of major forests in Turkey. Istanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayinlari 1921/209.
Zaffran, J. 1971: Aperçu sur la végétation des hautes montagnes cretoises. Coll. interdisc. Perpignan.
Zech, W. und N. Çepel 1972: Beziehungen zwischen Boden- und Reliefeigenschaften und der Wuchsleistungen von Pinus brutia-Beständen in Südanatolien. Istanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi, Yayinlari 175/191.
Zednik, F. 1972: Aufforstungen in ariden Gebieten. Mitt. Forstl. Bundesforschungsanst. Wien 99.
Zohary, M. und G. Orshan 1959: The maquis of Ceratonia siliqua in Israel. Vegetatio 8.
Zohary, M. 1962: Plant life of Palestine, Israel and Jordan. Chronica Botanica, 33, New York.
Zohary, M. und G. Orshan 1966: An outline of the geobotany of Crete. Israel Bot. 14.
Zohary, M. 1973: Geobotanical foundations of the Middle East. 2. Bde. Stuttgart – Amsterdam.
Zohary, M., N. Feinbrun und N. Dothan 1976/78: Flora Palaestina. 6. Bde. Jerusalem.
Zoller, H., P. Geissler und N. Athanasiadis 1977: Beiträge zur Kenntnis der Wälder, Moos- und Flechtenassoziationen in den Gebirgen Nordgriechenlands. Bauhinia, 2, Basler Bot. Ges. 6.

Waldbaulicher Ausblick

Ammer, V., G. Bechet und R. Klein 1979: Zum Stand der ökologischen Kartierung der Europäischen Gemeinschaft. Forstw. Cbl. 98.
Brünig, E. F. 1977: Leistungen und Leistungsgrenzen der Wälder der Erde. Forstarchiv 48, 6.
Buchwald, K. und W. Engelhardt 1978: Handbuch für Planung, Gestaltung und Schutz der Umwelt. München – Bern – Wien.
Council on Environmental Quality – US-Foreign Office 1980. The Global 2000, Report to the President. Washington.
Duvigneaud, P. 1971: Productivité des ecosystèmes forestiers. UNESCO Paris.
Eiberle, K. 1978: Wald und zoologischer Naturschutz. In: Der Wald in der europäischen Landschaft. Mitt. Eidg. Anst. Forstl. Versuchsw. 54, 4.
Ellenberg, H. 1978: Der Wald als Ökosystem. In: Der Wald in der europäischen Landschaft. Mitt. Eidg. Anst. Forstl. Versuchsw. 54, 4.
FAO 1963: World Forest Inventory, Rome
FAO 1976: Tendences et Perspectives du Bois en Europe de 1950 à l'an 2000. Supplément 3, Vol. 29. Bull. Bois pour l'Europe. Nations Unies. Genève.
Glück, P. 1981: Zukunft von Wald und Holz. In: Holz in Kärnten. Wolfsberg.
Hasel, K. 1971: Waldwirtschaft und Umwelt. Eine Einführung in die forstwirtschaftlichen Probleme der Industriegesellschaft. Hamburg – Berlin.
Hauser, A. 1978: Über die kulturelle Bedeutung des Waldes. In: Der Wald in der europäischen Landschaft. Mitt. Eidg. Anst. Forstl. Versuchsw. 54, 4.
Hillgarter, F. W. 1976: Beitrag zur Methodik der Erfassung und Beschreibung von Urwaldphasen. In: Ecosystems. Wien.
Hummel, F. C. 1978: Die Forstwirtschaft in der Europäischen Gemeinschaft. Forstarchiv 48, 9.
Hunziker, Th. 1978: Der Wald in der europäischen Landschaft. 5. Europäischer Kurs über angewandte Ökologie, Wald und Landschaftsschutz. Mitt. Eidg. Anst. Forstl. Versuchsw. 54, 4.
IUCN. International Commission National Parks 1971. United Nations list of National Parks and equivalent reserves. Brussels.
Keller, Th. und H. Flühler 1978: Die Bedeutung des Waldes als Immissionsfilter in der Industrielandschaft. In: Der Wald in der europäischen Landschaft. Mitt. Eidg. Anst. Forstl. Versuchsw. 54, 4.

Kroth, W. 1979: Holzbilanz Europas – Perspektiven der Entwicklung. Allg. Forstzeitschr. 34, 12.
Lamprecht, H. 1971: Zur wald- und vegetationskundlichen Bedeutung von Naturwaldparzellen. Forst- und Holzwirt 26.
Leibundgut, H. 1970: Der Wald. Eine Lebensgemeinschaft. 2. Auflage. Frauenfeld – Stuttgart.
Leibundgut, H. 1982: Europäische Urwälder der Bergstufe. Bern – Stuttgart.
Mayer, H. 1976: Europäische Literatur über Urwälder und Naturwaldreservate. In: Ecosystems, Wien.
Mayer, H. 1976: Gebirgswaldbau – Schutzwaldpflege. Ein waldbaulicher Beitrag zur Landschaftökologie und zum Umweltschutz. Stuttgart.
Mayer, H. 1977: Waldbau auf soziologisch-ökologischer Grundlage. 2. Auflage, Stuttgart 1980.
Mayer, H. 1978: Ökologische Grundlagen zur nachhaltigen Bewirtschaftung des Waldes. In: Der Wald in der europäischen Landschaft. Mitt. Eidg. Anst. Forstl. Versuchsw. 54, 4.
Mayer, H. 1979: Zum Stand der ökologischen Kartierung der Europäischen Gemeinschaft. Forstw. Cbl. 98
Mayer, H. 1982: Waldpflege als landeskulturelle Herausforderung. Allg. Forstzeitschr. 37, 1
Miegroet, van M. und J. de Schuyter 1970: Die heutige Position des Waldbaus und seine Aufgaben in Westeuropa. Sylva Gandavensis, 21 Genf.
Mlinšek, D. 1976: Instructions for formation, equipment and maintenance of forest reservations in Slovenia, Yugoslavia. IUFRO-Congress Oslo. In: Ecosystems, Wien.
Möbius, K. 1977: Die Entwicklung des europäischen Holzmarktes bis zum Jahre 2000. Ergebnisse der neuen Holzmarktstudie der FAO/ECE. Forst- u. Holzw. 32, 13
Ozenda, P., A. Noirfalise, R. Tomaselli und W. Trautmann 1979: Vegetation map (1:3 000 000) of the Council of Europe member States Collection: Sauvegarde de la nature No. 16. Council of Europe. Strasbourg.
Rehfuess, K. 1974: Belastungen von Ökosystemen – Möglichkeiten der Vorbeugung und Abwehr. Forstw. Cbl. 93.
Richard, J.-L. 1978: Le role de la forêt et du forestier dans la protection de la flore. In: Der Wald in der europäischen Landschaft. Mitt. Eidg. Anst. Forstl. Versuchsw. 54, 4.
Roisin, P. 1978: La forêt, espace de loisir – ses fonctions, sa constitution. In: Der Wald in der europäischen Landschaft. Mitt. Eidg. Anst. Forstl. Versuchsw. 54, 1.
Rubner, H., K. Rubner und F. Rittershofer 1968: Grundlagen des naturnahen Waldbaus in Europa. Forstw. Cbl. 87, 1.
Steinlin, H. 1976: Kann Europa seinen künftigen Holzbedarf decken? Schweiz. Z. Forstw. 127, 7.
Steinlin, H. 1979: Die Holzproduktion der Welt. Ökologische, soziale und ökonomische Aspekte. Schweiz. Z. Forstw. 130, 2.
Steinlin, H. 1980: Die gegenwärtige Holzversorgung Europas. Schweiz. Z. Forstw. 131, 1.
Van der Poel, A. J. 1978: Erholungsplanung und Erholungseinrichtungen im Wald. In: Der Wald in der europäischen Landschaft. Mitt. Eidg. Anst. Forstl. Versuchsw. 54, 4.

Register

a) Assoziationen

Für die Einreihung der Waldgesellschaften ist die Assoziationsbezeichnung im engeren Sinne (-etum) maßgebend, um die Amplitude der Assoziationen (s. l.) zu dokumentieren.

Betuletum

Carpinetum

Fagetum

Fraxinetum

Juniperetum 572

Piceetum

Pinetum

Quercetum

b) Waldgesellschaften

Buchenwälder

Eichenwälder 60, 97, 107

Erlenwälder

Eschenwälder

Kiefernwälder

Lindenwälder

Tannenwälder

Zedernwälder

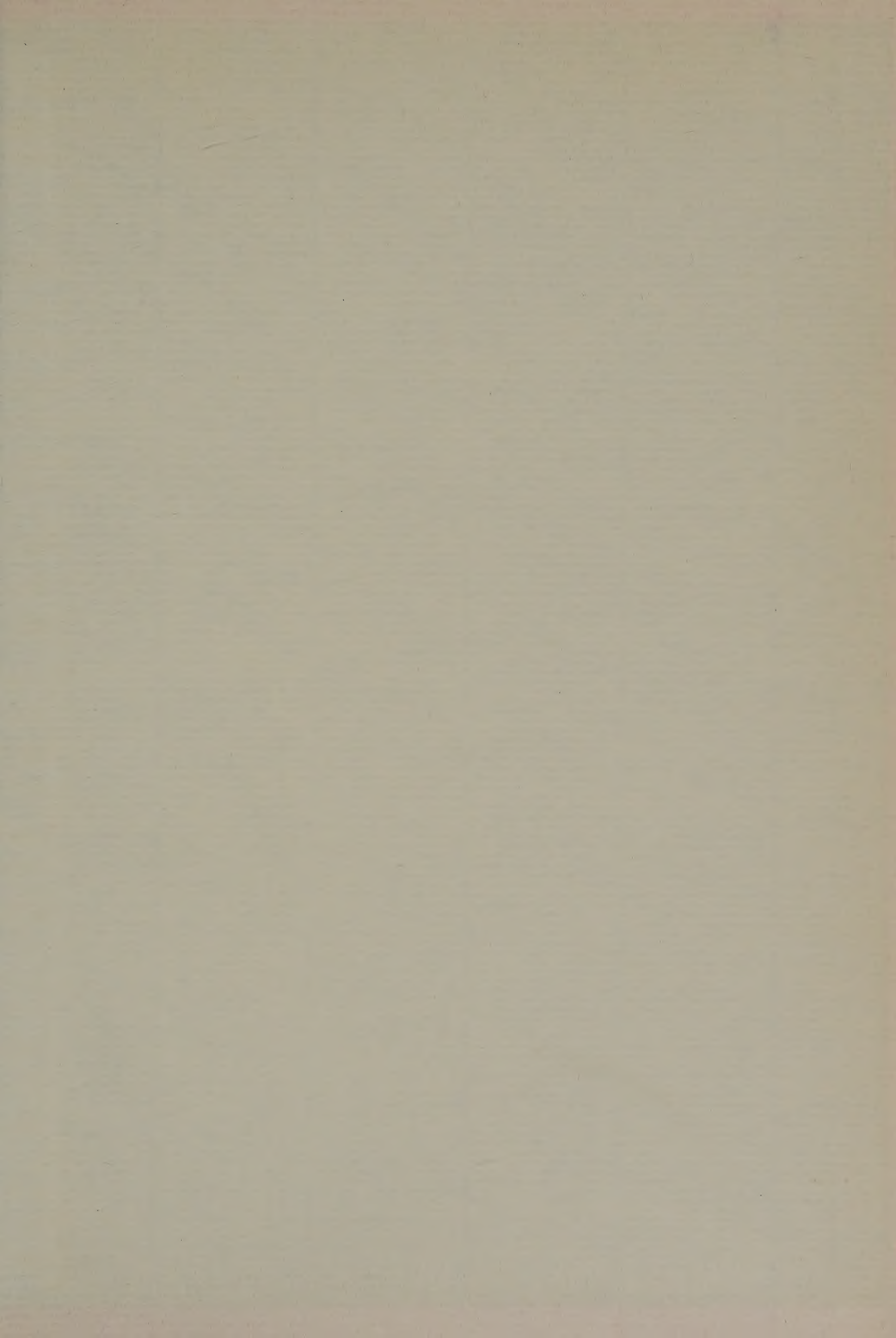
c) Geographische Bezeichnungen

d) Allgemeines Register









ISBN 3-437-30441-0